

Сибидло Анатолій Дмитрович

Розробка та дослідження автоматизованої системи безпеки житлового приміщення на базі ПЛК Овен 110-60

Керівник: доц. Карташов В.В.

Development and study of an Owen-110-60 PLC-based automatic safety system of a residential building

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається із пояснювальної записки та слайдів в якості ілюстративного матеріалу.

Об'єм графічної частини кваліфікаційної роботи становить 13 слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає 73 друкованих сторінок формату А4 (210x297), об'єм додатків – 3 друкованих сторінки формату А4.

Кваліфікаційна робота складається з шести розділів, в яких нараховується 43 рисунки та 7 таблиць з даними. В роботі використано 20 літературних джерел.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка простої та надійної охоронної системи розумного дому для забезпечення захисту будівлі від проникнення сторонніх осіб та аварійних ситуацій. Недоліками існуючих дешевих систем охорони, є одностороннє сповіщення власника дому про спрацювання датчиків. Тоді як системи із можливістю зворотнього зв'язку є багатокomпонентними та дорогими. Розроблена схема автоматизації із використанням ПЛК Овен 110-60 містить вмонтовані системи захисту від перепадів напруги та зникнення електричного струму та має можливість віддаленого керування та контролю як з допомогою мережі інтернет, так і через GSM-зв'язок.

Розроблена система охорони може бути використана для впровадження як в будинках так і окремих квартирах.

Ключові слова: СИСТЕМА ОХОРОНИ, ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ, ДАТЧИКИ РУХУ, АЛГОРИТМ, СЕНСОРНА ПАНЕЛЬ.

# ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Концепція розумного будинку.....	7
1.2 Актуальність розумних будинків.....	8
1.3 Методи виконання систем охорони в розумних будинках.....	9
1.4 Аналіз існуючих систем охорони.....	14
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	16
2.1 Система керування безпекою розумного дому.....	16
2.2 Аналіз умов роботи системи керування безпекою.....	16
2.3 Аналіз умов роботи датчиків руху.....	20
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	22
3.1 Обґрунтування вибору контролера для системи автоматизації.....	22
3.1.1 Характеристики обраного контролера.....	25
3.1.2 Вибір додаткового обладнання.....	28
3.2 Вибір датчиків.....	36
3.2.1 Вибір датчика руху.....	36
3.2.2 Вибір датчиків відкриття вікон та дверей.....	37
3.2.3 Вибір датчиків диму.....	38
3.2.4 Вибір датчиків чадного та природнього газу.....	39
3.2.5 Вибір датчика затоплення.....	40
3.3 Вибір виконавчих механізмів.....	41
3.3.1 Вибір клапана для відсікання подачі природнього газу.....	41
3.3.2 Вибір клапана для відсікання водопостачання.....	42
3.3.3 Вибір електрозамків.....	42
3.4 Вибір GSM/GPRS модему ОВЕН ПМ-01.....	43
4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	45
4.1 Характеристика об'єкту дослідження.....	45
4.2 Вимір відстані інфрачервоним датчиком руху SHARP- GP2Y0A710K0F.....	45
4.3 Вимір відстані ультразвуковим датчиком руху HC-SR04.....	50
4.4 Вимір відстані комбінованим методом.....	53
5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	55
5.1 Вибір програмного забезпечення.....	55
5.2 Розробка алгоритму програми.....	55
5.3 Розробка інтерфейсу для сенсорної панелі.....	57
5.4 Розробка програмного коду в CoDeSys.....	60
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	65
6.1 Значення охорони праці.....	65
6.2 Розрахунок заземлення будинку.....	67
ВИСНОВКИ.....	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	72
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

Термін «Розумний будинок» започаткували в США у 50-х роках 20-го століття. Спочатку це були справді унікальні системи, що завдяки електроніці забезпечували керування побутовою технікою та іншими електронними системами будинку. Усі прилади та побутова техніка об'єднувались в одну систему, якою можна було керувати одним пультом. При цьому користувач міг вмикати та вимикати обладнання та слідкувати за його роботою. З роками ці системи розвивалися, доповнювалися сучаснішою складнішою автоматикою, та були під'єднані до однієї мережі. Із стрімким розвитком науки та техніки, окрім керування та контролю, розробники почали приділяти увагу також комфорту, безпеці, економії ресурсів, а отже і екологічності усіх систем розумного дому.

Як і будь-яка інша перспективна галузь, технології розумних будинків отримали значне фінансування, що сприяло їх стрімкому розвитку. Ще до початку 80-х років розробники досягли можливості керувати побутовою технікою та приладами в розумному домі завдяки проводам. З початком 90-х, коли технології виготовлення датчиків та сенсорів дозволили максимально зменшити їх габаритний розмір, розвиток автоматизованих систем розумного дому отримав новий поштовх. Сучасні розумні будинки втілюють в собі всі нові розробки, які вже на сьогоднішній час роблять такий дім унікальним з точки зору безпеки та комфорту. Застосування сучасних технологій дозволяє користувачу керувати та контролювати віддалено все обладнання дому, не переживати за пожежну безпеку чи захист від зловмисників. Автоматизовані системи розумного дому працюють автономно щодня, щогодини круглий рік, і не потребують втручання людини.

Наведемо кілька основних функцій розумного будинку:

1. Розумний дім може реалізувати взаємодію між користувачем та електричними пристроями в будинку, отримати інформацію про споживання електроенергії та ціну електроенергії, встановити план споживання електроенергії тощо. Раціональне використання електроенергії сприяє енергозбереженню та екологічності.

2. Розумний дім може підвищити комфорт, безпеку, зручність та інтерактивність побуту та оптимізувати стиль життя людей.
3. Розумний будинок може підтримувати віддалене керування.
4. Розумний дім може контролювати і взаємодіяти із системами будинку за допомогою стаціонарного телефону, мобільного телефону та віддаленої мережі, виявити ненормальну роботу систем будинку та своєчасно обробити таку інформацію і повідомити користувача та відповідні служби.
5. Розумний дім може аналізувати в режимі реального часу показники лічильника води, лічильника електричної енергії та лічильник газу, які забезпечують більш зручні умови для якісного обслуговування.

Попит таких автоматизованих систем сприяв збільшенню на ринку числа компаній, що займаються проектуванням розумних будинків. В даному дипломному проєкті буде розглянуто «розумну» систему безпеки дому, на мікроконтролері ПЛК Овен 110-60.

# 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Концепція розумного будинку

Для забезпечення комфортного проживання, до сучасних житлових будинків ставляться високі вимоги. Сучасні будинки та квартири обладнані багатьма приладами та технікою, які мають автономно та злагоджено працювати разом для того щоби підвищити їх функціональність, забезпечити зв'язок, контроль та безпеку. Щоби підтримувати затишок у домі, за відсутності користувача, автоматизована система розумного дому має підтримувати на оптимальному рівні мікроклімат приміщення, керувати увімкненням та вимкненням освітлення, економлячи енергоспоживання дому. Системи безпеки відповідають за контроль по витоку газу, протіканню сантехніки та не допускають проникнення сторонніх осіб [1]. У випадку аварійної ситуації, автоматизована система розумного дому може викликати через телефонну лінію чи мобільний зв'язок пожежників, сповістити на пульт служби охорони про надзвичайну ситуацію та повідомити користувача. Справедливо відмітити, що і користувач у свою чергу може повідомляти (керувати) автоматизованій системі керування розумним будинком про своє повернення, або віддалено (дистанційно) змінювати параметри мікроклімату, систем охорони чи енергозбереження. Наприклад, можна вимкнути живлення телевізора чи ігрової приставки, і проглянути камери відеонагляду, аби переконатись, що діти роблять уроки.

Для забезпечення автоматизації всієї системи розумного дому необхідне використання комп'ютерних технологій, технологій управління, технологій відображення зображень та комунікаційних технологій через інтернет мережу. Традиційна реалізація розумного будинку, як правило, контролює та повідомляє контролер за допомогою проводки дротових ліній. При цьому важко позбутися обмежень різних кабелів, вартість їх монтажу висока, а масштабованість системи на низькому рівні [2]. Розумна домашня система, заснована на бездротовій технології

інтернет мережі, може бути виконана за рахунок безпроводної передачі даних, що зменшить вартість монтажу, але також значно покращить масштабованість системи.

## **1.2 Актуальність розумних будинків**

На сучасному етапі розвитку технологій для розумного дому вже не достатньо просто поєднувати всі пристрої в одній мережі. На передній план тепер також виходить естетичність зовнішнього вигляду та екологічність виготовлення і утилізації відпрацьованих елементів [3-4]. Розширення програмних можливостей дозволяє збільшувати сферу керування обладнанням розумного дому. В наш час найбільш поширеними для керування системами розумного дому є такі:

- система керування освітленням;
- система керування мікрокліматом;
- система керування електричними сервоприводами (напр. відкриття воріт);
- система керування вентиляцією;
- система керування живленням окремих пристроїв (телевізор, ігрова приставка);
- система керування відеонаглядом;
- система охорони від проникнення;
- система контролю доступу (замки на окремих дверях);
- система керування протипожежними пристроями та сигналізацією;
- система керування сповіщенням аварійного стану;
- система контролю протікання води;
- система контролю вмісту CO в повітрі;
- система контролю споживанням (лічильники води, газу, електроенергії).

Розумний дім поєднує всі ці системи в одну мережу, та забезпечує віддалений доступ до них. Відлагоджена робота усіх цих систем з центральним керуванням контролером дозволяє задавати індивідуальні режими роботи будь якої системи та отримати в режимі реального часу інформацію про стан всіх систем [5].

Для контролю за всіма системами розумного дому схему керування здебільшого виконують у наступному вигляді: головний блок керування (контролер), датчики (сенсори освітлення, задимлення, температури, вологості і т.і.), виконавчі механізми (силові реле, електродвигуни), інтерфейси керування (кнопочні вимикачі, пульти дистанційного керування, сенсорні панелі і т.д.), керовані пристрої (котел, ліхтарі освітлення, сервопривід штор, вентилятор витяжки і т.п.), допоміжні мережі (телефонна лінія, Ethernet) та програмне забезпечення.

Контролер забезпечує керування підлеглим йому пристроями за допомогою цифрових виходів, модулів аналогових виходів а також інтерфейсів Ethernet, RS-485, RS-232, USB-device та вшиті в нього операційної системи. Датчики розташовують по всьому будинку у спеціально відведених місцях (напр. датчики задимленості встановлюють під стелею, а датчики протікання води навпаки на підлозі) і підключають напряду до контролера або через проміжні пристрої дротовим або бездротовим способом, в залежності від конструкції датчика. Інформацію з датчиків зчитає контролер і в залежності від завантаженої в нього поточної програми генерує команди на виконавчі механізми. Тому як функціонуватимуть всі системи повністю залежить від програми, яку розробляють під конкретну конфігурацію будинку, його обладнання та перевіряють із внесенням поправок [6].

### **1.3 Методи виконання систем охорони в розумних будинках**

Сучасні будинки та квартири, укомплектовані дорогим обладнанням, завжди приваблювали злоумисників, оскільки наявність сучасних автоматизованих систем свідчить про заможність власників такого дому. Розвиток систем захисту та охорони дозволив користувачам розумних будинків спати спокійно. Однак, поскільки проектують всі системи люди, витік інформації з підприємств дозволив стороннім особам розробити схему обходу. Тому нові розробки систем захисту завжди будуть актуальними [7-8].

Розглянемо основні категорії систем охорони:



1. Системи охорони та тривожної сигналізації (рис. 1.3). Сюди входять прилади, що контролюють будинок по у певних зонах, де розташовані датчики (сенсори руху, задимленості і т.п.). В автономному виконанні такі системи мають власний блок керування [9].



Рис. 1.3 – Схема системи охорони та тривожної сигналізації

До обов'язків таких систем належить повідомити на пульта охоронної фірми та користувача розумного дому про тривогу у випадку спрацювання датчиків, використовуючи телефонну лінію, інтернет канал чи мобільний зв'язок. Для передачі повідомлення на пульта тривоги охоронної компанії чи/та мобільний телефон власника будинку за допомогою стільникового зв'язку, до електронного блоку керування підключають до GSM-адаптера, налаштованого для зв'язку з обраним оператором мобільного зв'язку [10];

2. Системи контролю доступу. Сюди входять електронні прилади, що забезпечують відкривання-закривання воріт, електронних замків та інших

пристроїв, що відповідають за доступ до певних зон розумного дому Така система забезпечує високий рівень захисту дому, завдяки пристроям що обмежують доступ в будинок та окремі його зони (наприклад на вхідних дверях, на воротах у гараж, на міжкімнатних дверях). Зокрема, наприклад, проникнувши в будинок через вхід, зловмиснику доведеться подолати внутрішні бар'єри (до прикладу - електронні замки на міжкімнатних дверях). Також, часто використовується алгоритм роботи, коли при ручному увімкненні режиму тривоги (якщо зловмисник не взламавав замки чи двері, а проник в будинок обманним шляхом разом із власником дому) змінюються коди доступу на електронних замках [11]. Це дозволяє зашкодити стороннім особам покинути дім до приїзду працівників охоронної фірми, якщо ці особи якимось чином дізнались код на вхід і так проникли всередину. Потрапити в будинок із такою електронною системою охорони, або в одну із його зон, що контролюється такою системою, можна лише після зняття режиму тривоги на центральному пульті служби охорони. Зазвичай, для такої процедури необхідно точно ідентифікувати власника дому під охороною. Для цього виконуються наступні процедури автентифікації:

- Вводиться код на панелі блоку керування;
- Використовується спеціально запрограмований чіп;
- Використовуються магнітні картки доступу;
- Застосовується система розпізнавання сітківки ока або відбитку пальця.

Система контролю доступу продовжує працювати і при наявності власників дому всередині, як для безпеки від проникнення зловмисників, так і наприклад, для контролю за дітьми. Для цього можна налаштувати автоматичне зачинення дверей в якусь із зон будинку, де знаходяться речі якими дитина може нанести собі ушкодження (наприклад на кухню чи гараж);

3. Системи відеоспостереження. Сюди входять відеокамери та аудіо пристрої, що слідкують за наявністю сторонніх осіб на території, або просто забезпечують доступ до інформації про поточну ситуацію в домі. В наш час системи відеоспостереження, як окремі автоматизовані системи, здобули велику популярність. При наявності камер можна дистанційно візуально стежити за ситуацією в домі та довкола в режимі реального часу. Це зручно як для захисту дому, так і для контролю за неповнолітніми мешканцями дому або домашніми тваринами. Крім того, завдяки тому, що запис зберігається певний час на сервері, можна допомогти в розслідуванні злочину, якщо така подія трапилась. Тому часто наряду із відкритими пристроями відеоспостереження, встановлюють і приховані (замасковані) камери. При виборі камер слід враховувати де вони будуть розташовані. Наприклад, для внутрішнього використання можна обрати дешевші камери, з меншою дальністю огляду. Для зовнішнього використання має значення не тільки роздільна здатність, але і захист від впливу зовнішнього агресивного середовища. Не лишнім буде для зовнішніх камер і інфрачервоні датчики, що спрацьовують в темну пору доби, або камери із поворотними механізмами, що дозволяють охопити ширший кут зйомки при меншій кількості камер;
4. Системи автономної охорони побутових приладів. Сюди входять пристрої, які в автоматичному режимі слідкують за певними зонами будинку, де розташована побутова техніка, технологічне обладнання чи комунікації, що можуть створити загрозу при нештатній роботі чи виходу з ладу їх складових елементів (наприклад протікання води, витік газу, задимленість і т.д.). Аналогічно до охоронних систем, у випадку автономного використання, такі системи можуть оснащуватися модулями для мобільного чи інтернет зв'язку щоб мати можливість вчасно повідомити відповідні служби (напр. пожежну частину, аварійну службу газу) та власника будинку.

Для автономної роботи всіх цих систем важливо реалізувати можливість їх роботи при відсутності подачі електроенергії, що часто використовується злоумисниками як спосіб для проникнення в дім чи захист від відеофіксації. Для цього використовують високоякісні автономні джерела безперебійного живлення. Для максимального захисту розумного дому від усіх видів небезпек, охоронні системи поділяються на рівні, на яких використовують різне обладнання і фіксуються різні події. Наприклад на першому рівні захисту контролюється зовнішній периметр будинку. Тут доцільно ставити датчики руху та відеокамери, та немає змісту в таких сенсорах як датчики задимленості. Камери відеоспостереження в таких зонах можуть оснащатися датчиками руху і будуть вмикатися тільки коли в зону дії датчика потрапить якийсь рухомий об'єкт.

На другому рівні система безпеки містить у своєму складі датчики відкриття дверей та вікон, розбиття скла, датчики руха та сейсмотатчики. На другому рівні контролюється в основному входи в будинок. Також на цьому рівні доцільне застосування камер відеоспостереження.

На третьому рівні система безпеки слідкує за ситуацією всередині дому. Такі системи мають у своєму складі приховані відеокамери та інфрачервоні датчики руху, що реагують на теплове випромінювання. Камери як правило встановлюють в місцях, що потребують поточного контролю (напр. дитяча кімната) або в місцях розташування цінностей. Крім того до третього рівня належать, розташовані в зонах швидкого доступу, тривожні кнопки, якими можна увімкнути вручну алгоритм тривоги в програмі контролера без спрацювання датчиків.

Беззаперечною перевагою таких багаторівневих систем є їх хороша масштабованість, тобто дуже легко збільшити кількість сенсорів чи виконавчих механізмів на об'єкті в залежності від фінансових можливостей чи бажання замовника. Наявність на сьогодні величезного переліку різного технологічного устаткування для захисту та безпеки розумних будинків дозволяє створювати різноманітні конфігурації систем охорони.

Питання безпеки завжди є актуальним для будь-яких будинків чи жилих приміщень. Однак вартість самих автоматизованих систем, їх монтажу та обслуговування часто є досить завищеною, і стримує широке розповсюдження таких систем на ринку. Однак зниження вартості обчислювальної техніки в останні роки та доступний вибір із широкого асортименту такої продукції від найпростішої плати до повноцінного промислового контролера дозволяє будь-якому користувачу розробити власну систему безпеки для свого будинку.

#### **1.4 Аналіз існуючих систем охорони**

Різноманітність представлених на ринку систем захисту є дуже великою. Часто можна зустріти випадки, коли захист дому мало відрізняється від захисту промислового об'єкту. Фактично будь-який будинок можна укомплектувати по останньому слову досягнень науки та техніки, змонтувати безліч камер на кожному кроці, поставити датчики по всій площі і т.д. Однак доцільність такої системи під питанням. З іншого боку, справедливо відмітити, що є на ринку спрощені системи низької вартості, але вони не задовільняють сучасним вимогам до безпеки житлових приміщень.

Розглянемо кілька представлених на ринку автоматизованих систем захисту. Великою популярністю у Європі користується компанія «Ajax Systems». Її було засновано у 2011-му році. Це вітчизняний виробник, що має представництва у понад 70-ти країнах світу. Під охороною цієї компанії знаходиться біля 100000 об'єктів. Обладнання фірми представлено в широкому асортименті, користується великим попитом і характеризується як якісне, із сучасним дизайном та по низькій вартості.

Ajax Hub дозволяє підключати близько 15 видів пристроїв. Сюди належать датчики відчинення дверей, датчики руху, сейсмодатчики та датчики нахилу, датчики задимленості, розбиття скла, протікання води, підвищеної температури та вмісту чадного газу в повітрі. На даний момент використовуються бездротові датчики із дальністю прийому/передачі сигналу не більше 2 км за умови прямої видимості. Батереї живлення датчиків забезпечують безперебійну роботу до 7 років.

Завдяки цьому система легко піддається масштабуванню аж до 100 датчиків, чого є більш ніж достатньо навіть для великих підприємств [12].

«Ajax Systems» є професійною системою безпеки, що пройшла незалежне оцінювання та отримала престижні європейські сертифікати у сфері безпеки.

Прямим конкурентом «Ajax Systems» є зареєстрована у Литві система Pitbull Alarm. Обладнання цієї фірми також представлено у широкому асортименті, має адекватну вартість та є простим в монтажі та підключенні, завдяки чому також здобуло велику популярність. Характерною особливістю пристроїв цієї фірми є вбудований GSM/GPRS модуль та датчик руху. У випадку тривоги в системі передбачено миттєве сповіщення служби охорони та власника будинку, використовуючи стандартні міжнародні протоколи. Особливістю Pitbull Alarm є підтримка мобільних додатків та хмарного сервісу Eldes Security app [13].

Наступна охоронна система це Jablotron, що є старожилом у сфері систем безпеки. Обладнання цієї фірми важко назвати дружнім для любителів. Висока ціна та складність налаштування є характерною рисою Jablotron, що працює на ринку України з 2013-го року [14].

Integrated Technical Vision Ltd – це вітчизняний виробник контролерів, датчиків, супутнього обладнання та програмного забезпечення, що представлено на ринку ще з 1992-го року. Обладнання фірми сертифіковано для використання в Україні та на території ЄС.

Підсумовуючи аналіз вищенаведеного обладнання варто відзначити, що всі ці фірми впроваджують підтримку мобільних додатків, мають автономний режим роботи та зв'язок з пультам служб охорони. Однак не варто забувати, що обладнання із бездротовою передачею даних все ще залишається дорожчим за провідні схеми, і є більш вразливим до завад та електромагнітного поля. Бездротове обладнання зручне для монтажу на підприємствах із великою площею, та там, де прокладання кабелів утруднено конструктивними особливостями приміщення. Тому для квартири чи будинку більш раціональним є застосування систем підключених проводами.

## **2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА**

### **2.1 Система керування безпекою розумного дому**

Система керування розумного дому являє собою набір програмних та апаратних засобів, які спрямовані підвищити економічність витрат енергоресурсів (вода, тепло, електроенергія), а також надати додаткові спеціальні можливості користувачу (наприклад ручне дистанційне увімкнення чи вимкнення окремих приладів). Система керування безпекою розумного дому є частиною системи керування розумним будинком. Аналогічно, вона теж складається із апаратних та програмних засобів, які переслідують ціль забезпечення охорони будинку від проникнення та від ушкоджень техногенного характеру.

### **2.2 Аналіз умов роботи ситеми керування безпекою**

Система охорони розумного дому, як і будь яка інша автоматизована система, має у своєму складі датчики, контролер та виконавчі механізми. Для охорони приміщення від проникнення сторонніх осіб застосовують датчики відкриття дверей та вікон, датчики розбиття скла, та датчики руху. Для охорони приміщення від аварійних ситуацій використовують датчики задимленості, високої температури, протікання води, та вмісту чадного газу в повітрі. Головний контролер системи охорони монтують в захищеному від сторонніх осіб місці. До виконавчих механізмів системи охорони належать електронні замки на дверях, реле живлення сирени сигналізації. Також сюди відносяться GSM-модем для зв'язку з пультом охоронної фірми та власником дому та опціонально камери відеоспостереження. Для захисту дому від побутових аварій, контролер може вмикати вентилятор витяжки (при перевищенні ГДК чадного газу в повітрі), керувати запірними соленоїдними клапанами на трубопроводах системи водопостачання, вимикати реле живлення електричних розеток в будинку та насосом системи пожежогасіння, якщо таку встановлено.

Система охорони не обов'язково працює окремо від іншим автоматизованих систем розумного дому. Вона може бути частиною загальної схеми автоматизації.

Так, наприклад, датчики руху округ сповіщення контролеру про проникнення сторонніх осіб, можуть бути використані для роботи автоматичної системи освітлення та економії енергоспоживання.

Для постановки та зняття квартири з охорони, зазвичай застосовують кнопкову панель, яку розташовують біля входних дверей із внутрішньої сторони дому. Після відчинення входних дверей у споживача є близько 30 сек для того щоби ввести вірний код. Про відкриття дверей контролеру повідомляє магнітоконтатний датчик відкриття дверей (геркон). Тому якщо код не буде введено або буде введено не вірний код, контролер увімкне сирени звукової сигналізації та відправить СМС повідомлення на пульт охоронної фірми. Вікна теж обладнуються датчиками розбиття скла, та датчиками відкривання. Крім того, в кімнатах розташовують датчики руху, що дозволяють виявити сторонніх осіб, та керувати автоматичним освітленням та енергозбереженням в будинку (рис. 2.1).

При виході з дому його мешканці вводять код на кнопковій панелі, і через деякий невеликий проміжок часу (напр. 30 сек) контролер увімкне сигналізацію. Як додаткові дії, контролер може вимкнути освітлення, перевести опалення в заощаджуючий режим і т.д.

Техногенні загрози можуть підстерігати розумний будинок в будь-який момент часу. Наприклад, розгерметизація трубопроводів та периферійного сантехнічного обладнання (наприклад колби фільтра очистки води або шлангів гнучкої підводки до змішувача) можуть призвести до значних збитків, псуванню майна та дорогого ремонту. Запобігти цьому також дозволяє технологія розумного будинку. Датчики протікання зазвичай розташовуються на підлозі біля самих комунікацій (рис. 2.2), і повідомляють контролер у випадку різкого зростання вологості. Датчики задимленості монтуються під стелею, або безпосередньо на стелею (якщо це дозволяє її конструкція). Датчики високої температури монтують біля легкозаймистих речей чи меблів, а також біля побутової техніки. Коли датчики зафіксують наявність диму в повітрі або високої температури, контролер розімкне електричне коло живлення електроенергією побутової техніки в домі та надішле смс-повідомлення власнику будинку та сповістить службу охорони.





Рис. 2.1 – Схема розташування датчиків руху в розумному домі

Датчик чадного газу монтують біля систем опалення. В разі перевищення гранично допустимої концентрації (ГДК) чадного газу в приміщенні будинку, контролер увімкне систему вентиляції та сповістить власника будинку та службу охорони.

Варто зазначити, що контроль доступу, проникнення та техногенних загроз це системи, які споживач повинен мати можливість вимкати вручну. Наприклад, вводити щоразу код на дверях в якусь із кімнат, коли до неї є потреба потрапити багато разів за день, викликає незручності. Аналогічно датчик протікання може спрацювати від вологого прибирання, як і датчики задимленості можуть спрацювати від тютюнопаління чи приготування деяких страв.

Замість кнопочних пультів керування поширення здобувають сенсорні панелі, що значно розширюють можливості управління розумним домом. На панель можна вивести схему будинку, відобразити усі наявні і працюючі компоненти, зображення з камер відеоспостереження і т.і.



Рис. 2.2 – Схема розташування обладнання системи охорони в розумному домі

Для здійснення віддаленого керування використовують кілька варіантів. Найпопулярніший спосіб керування «розумним будинком» на відстані - через, наприклад, інтернет-сторінку. Заходячи на неї з будь-якого доступного ПК чи смартфона і використовуючи особистий пароль, здійснюється доступ до програмного забезпечення головного контролера. Однак цей варіант містить недоліки. Перш за все в будинку обов'язково повинен залишатись увімкненим персональний комп'ютер. По-друге, сторінки в мережі інтернеті піддаються зламу зловмисниками. На сьогодні ринку інформаційних технологій вже присутні рішення, суть яких заключається в тому, що в будинку встановлюється IP-інтерфейс, що являє собою контролер з постійним IP - адресом, який з одного боку під'єднаний до мережі Internet, а з іншого - до «розумного будинку». Надсилати команди на такий інтерфейс можна лише з однієї точки доступу, якою є особистий ПК (ноутбук, смартфон) власника дому. Таким чином забезпечується функціонування універсального бездротового пульта управління, який може працювати із системою через безпроводну Wi-Fi-мережу та керувати будинком віддалено з будь-якого місця, де є доступ до глобальної мережі Internet.

### 2.3 Аналіз умов роботи датчиків руху

Датчики руху є одним із основних елементів систем охорони приміщень, оскільки датчики відкривання дверей та розбиття скла не завжди можуть виявити присутність сторонніх осіб на підконтрольній території (наприклад якщо зловмисники проникли не через вікна чи двері, або замість відчинення дверей чи вікон вирізали в них проєм). На ринку представлені датчики руху різного принципу дії, які мають свої переваги та недоліки. Серед них є ультразвукові, інфрачервоні, мікрохвильові, радіохвильові та комбіновані датчики руху.

Акустичний (або ультразвуковий) датчик руху це датчик акустичного типу, який використовує принцип активної локації, тобто сканування навколишнього простору за допомогою звукових хвиль в ультразвуковому діапазоні. Параметри прийнятих хвиль постійно контролюються датчиком.

За допомогою п'єзоелектричного елемента генеруються хвилі частотою 20-60 кГц, які випромінюються в зону контролю і, відбившись від довколишніх об'єктів, надходять назад на п'єзоелемент. При появі в зоні виявлення ультразвукового датчика руху рухомого об'єкта, частота відбитої від об'єкта хвилі змінюється (у фізиці це явище носить назву ефект Доплера), що реєструється приймачем датчика і від нього надходить сигнал на виконання закладеної в ультразвуковий датчик руху функції. Ультразвуковий датчик часом недостатньо чутливий, щоб визначати присутність людини, і має малий діапазон дії, але, в той же час, не піддається впливу змін зовнішніх умов.

Бездротові моделі таких датчиків працюють без підключення до мережі, вони оснащені розумною автоматикою, яка працює без участі людини. Налаштування в цьому випадку відбуваються в автоматичному режимі.

Варто зазначити, що правильне налаштування є дуже важливим. Якщо датчик відрегульований невірно, він буде реагувати навіть на незначні рухи. Наприклад, у випадку зовнішнього монтажу, через неправильне налагодження, освітлення чи сигналізація будуть вмикатися при сильному вітрі або наближенні до будинку тварини. З цієї причини важливо щоб монтаж і налагодження здійснювали фахівці.

Вагомою перевагою датних датчиків є здатність визначити переміщення незалежно від форми або складу об'єкта. Він спрацює, коли наближається людина, машина або інший предмет. Здатний точно і безвідмовно працювати навіть в умовах підвищеної запиленості та вологості, при будь-якій температурі навколишнього середовища. Як недоліки варто відмітити складність монтажу, та чутливість до роботи датчиків домашніх тварин.

Принцип роботи радіохвильових датчиків руху той самий, що і ультразвукових. Відмінність заключається в тому, що мікročіп генерує хвилі з частотою 2,5 ГГц. При потраплянні в зону поширення хвилі фізичного об'єкта змінюється її довжина та частота. Цю зміну і вловлює приймач датчика. Радіохвильові (або НВЧ) датчики руху використовують не так часто, як інфрачервоні. В основному це пов'язано з тим, що будівельні конструкції з бетону чи гіпсокартону для них є «прозорими». Границя діапазону дії радіохвильових датчиків руху знаходиться за межами об'єкту охорони. Це може викликати неодноразові помилкові спрацювання. Крім того при встановленні кількох датчиків в одному приміщенні треба обирати враховувати, щоб вони працювали на різних частотах. Оскільки у випадку якщо генерована довжина хвилі буде однаковою, то такі датчики будуть створювати перешкоди один для одного.

Реалізація системи охорони з використанням інфрачервоних датчиків (рис. 2.4) для автоматизованого управління проблематична і можлива лише при комбінації з датчиками іншого типу, що сприяють компенсації негативних ефектів від інфрачервоних датчиків. Аналізуючи базу датчиків, їх переваги та недоліки можна виділити комбінацію «інфрачервоний датчик – ультразвуковий датчик» як одну з найбільш оптимальних.

Висока залежність інфрачервоного-датчика від зовнішнього середовища долається за допомогою використання ультразвукового датчика, а низьку чутливість ультразвукового датчика можна поліпшити за рахунок ІЧ-датчика.

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1 Обґрунтування вибору контролера для системи автоматизації

Контролер виконує роль важливого елемента системи керування. Він виконує керуючі, комунікаційні функції і підключення зовнішніх пристроїв. Як модуль контролю використовують мікроконтролер, що являє собою елемент з функціоналом процесора і периферійного пристрою. У нього також можуть включатися блоки ОЗУ та ПЗУ. Фактично, контролер - це найпростіша обчислювальна машина, що може самостійно виконувати роботу за окремими напрямками операцій. Виконання мікроконтролерів у вигляді єдиної мікросхеми з високою продуктивністю дозволяє істотно скоротити габаритні розміри виробу та суттєво зменшити енергоспоживання. З кожним роком зменшується вартість виробництва мікроконтролерів та пристроїв, до складу яких вони входять [15].

В якості головного контролера в даній роботі обрано ПЛК ОВЕН серії 110. Це моноблочні контролери із дискретними входами і виходами (рис. 3.1).



Рис. 3.1 – Зовнішній вигляд ПЛК Овен 110-60

Контролери серії ПЛК 110-60 призначені для автоматизації невеликих та середніх об'єктів. Їх обирають для створення систем керування малими та середніми системами автоматизації, а також для побудови систем диспетчеризації та керування малими верстатами і механізмами. Використовують для розробки розподілених систем керування та диспетчеризації з використанням як провідних, так і

безпроводних технологій. По електромагнітній сумісності контролери відповідають класу А по ГОСТ Р 51522-99 (МЕК 61326-1-97) і ГОСТ Р 51841-2001. Це підтверджено чисельними випробуваннями виробу в найжорсткіших умовах.

Безсумнівною перевагою цієї серії контролерів є компактний корпус із кріпленням на DIN-рейку, а також відсутність периферійного обладнання. Тобто номінально контролер виступає як головний пристрій, немає жодних кнопок чи дисплеїв, за які не треба переплачувати. Запрограмувавши контролер, він виконує свою роботу, і споживач навіть не згадує про його існування. А якщо виникає потреба в додатковому керуванні чи відображенні, то таке обладнання (наприклад сенсорні панель) доставляється окремо. Також сильною стороною є наявність одночасно дискретних та швидкісних входів та виходів. При недостатній кількості входів та виходів, або при необхідності підключення аналогових датчиків чи виконавчих механізмів передбачено можливість доповнення їх шляхом підключення зовнішніх модулів введення (наприклад MB110-8A) і виведення (наприклад MU110-6Y) за допомогою інтерфейсу RS-485. Крім того ця серія контролерів забезпечує швидкість роботи цифрових входів до 10 КГц, і має всі необхідні для комфортної роботи роз'єми та інтерфейси. А саме: Ethernet, RS-485, RS-232 Debug та RS-232<sup>2</sup>, USB Device.

Для контролю та програмування використовується програмне середовище CODESYS V2.3 та новіші. Підключення до ПК здійснюється через порти USB Device, Ethernet або RS-232 Debug (через COM-Port).

Характерні особливості даної серії контролерів:

- Потужні обчислювальні ресурси і великий обсяг внутрішньої пам'яті.
- Наявність швидких дискретних входів / виходів із швидким конектором.
- Наявність кількох послідовних портів (RS-232, RS-485).
- Наявність порту Ethernet для підключення до локальних або глобальних мереж верхнього рівня.
- Підтримка поширених протоколів обміну Modbus (RTU, ASCII), OVEN, DCON.

- Можливість працювати безпосередньо з портами контролера, що дозволяє підключати зовнішні пристрої із нетиповими протоколами.

Контролер має вбудований годинник, що дозволяє створювати системи керування з урахуванням реального часу. Вбудована акумуляторна батарея, що дозволяє організувати ряд додаткових сервісних функцій: можливість короткочасного перецікування зникнення електроживлення, перехід вихідних елементів в безпечний стан. Програмовані логічні контролери ОВЕН 110-30 та -60 виготовлені у повній відповідності зі стандартом ГОСТ Р 51840-2001 (IEC 61131-2), що забезпечує високий рівень апаратної надійності.

Серія 110 контролерів Овен представлена моделями, опис та технічні характеристики яких представлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики серії контролерів ПЛК Овен 110

Параметр	ПЛК 110-30	ПЛК 110-32	ПЛК 110-60
Кількість входів	18	18	36
Швидких входів	2	2	4
Швидких лічильників	2	2	4
Енкодерів	1 АВ	1 АВ	1 АВЗ або 2 АВ
Кількість виходів	12	14	24
Швидких виходів	4	4	4
Кількість портів RS-485	2	1	2

Як бачимо, модель Овен 110-30 та 32 (рис. 3.4) має недостатню кількість входів для підключення усіх необхідних нам датчиків.

Проаналізувавши технічне завдання на проект, було обрано ПЛК Овен 110-60. Його функціоналу цілком достатньо для реалізації контролю системою безпеки розумного дому. Крім того завдяки наявним інтерфейсам, простому та зручному програмному середовищу забезпечується можливість підключення додаткового обладнання (наприклад сенсорної панелі СП200). Також контролери Овен мають надійний захист від впливу зовнішнього агресивного середовища.

### **3.1.1. Характеристики обраного контролера**

#### **Обчислювальні ресурси**

У контролері з заводу закладено серйозні|могутні| обчислювальні ресурси для роботи операційної системи. Сюди відноситься:

- Швидкісний високопродуктивний Atmel процесор RISC на архітектурі ARM9, (тактова частота 180МГц);
- великий об'єм оперативної пам'яті – 8 МБ;
- великий об'єм постійної пам'яті - Flash пам'ять, 4 МБ;
- об'єм незалежної пам'яті, для зберігання значень змінних - до 16 КБ;
- час циклу за замовчуванням складає 1мс при 50 логічних операціях, за відсутності мережевого обміну.

#### **Додаткові параметри**

Контролер містить вмонтовану акумуляторну батарею, яка дає можливість виконувати програму при зникненні електроживлення. При цьому вихідні елементи переходять у «безпечний режим». Цей проміжок часу задається користувачем під час створення проекту. ПЛК має можливість|спроможність| створювати та зберігати архіви на Flash-пам'яті|. Крім того, в контролер вмонтовано годинник, що забезпечує можливість створення систем керування із врахуванням реального часу.

#### **Допустимі умови експлуатації**

ПЛК Овен відносяться до повнокомплектних контролерів, що мають надійний корпус та захищені від зовнішніх умов електричні контакти. Тому їх можна експлуатувати при температурі навколишнього повітря від -10 °С до +50 °С. Найвище значення відносної вологості повітря при якому контролер може видавати свої характеристики без зниження ресурсу складає 80 % при температурі 25 °С. Атмосферний тиск при цьому може коливатись від 84 до 106,7 кПа. Такі експлуатаційні параметри відповідають групі виконання В4 по ГОСТ 12997-84. По стійкості до впливу механічних та ударних навантажень контролер відповідає групі виконання N2 по ГОСТ 12997. По стійкості до займання та розповсюдження полум'я FV1 контролер відповідає вимогам розділу 6 по ГОСТ Р 51841.



## **Особливості конструкції**

Контролер виконано в міцному та компактному корпусі. Передбачено кріплення на DIN-рейку. Габаритні розміри можуть відрізнятись в залежності від модифікації. Розширення кількості клем для входів та виходів контролера здійснюється за допомогою під'єднання додаткових модулів для вводу та виводу. Для цього доступно 2 інтерфейси RS-485 та RS-232.

## **Електричні параметри**

Контролер має кілька варіантів живлення для кожної моделі:

- змінним струмом напругою 110 або 220В, при частоті 50 Гц;
- постійним струмом напругою 24В.

На максимальному навантаженні контролер споживає близько 10Вт/год. Всі логічні входи контролера живляться сигналом 24В постійного струму. Тип сигналу може бути як n-p-n, так і p-n-p. При цьому передбачено наявність 4 швидких цифрових входів та 4 швидких цифрових виходів. Цифрові виходи бувають релейного та транзисторного типу. В нашому випадку всі виходи транзисторного типу. Характерною особливістю є те, що цифрові виходи контролера 110-60 можуть бути налаштовані на видачу сигналу із широтно-імпульсною модуляцією, або генератора високою точністю.

## **Інтерфейси і протоколи**

Як згадувалось вище, всі контролери серії 110 мають велику кількість інтерфейсів на борту (Ethernet, USB, RS-232, RS-485), що можуть працювати незалежно. Так само в контролерах Овен підтримується робота по будь-якому нетиповому протоколу і по будь-якому з портів (таблиця 3.2). Це дозволяє під'єднати пристрої нестандартним протоколом передачі інформації. Наприклад, це можуть бути: електролічильники, лічильни газу і води, зчитувачі штрих коду і т.і.

## **Програмування**

Програмування контролера Овен 110-60 здійснюється в професійному та дуже поширеному програмному середовищі CODESYS v.2.3, що повністю відповідає стандарту MEK 61131:

- підтримує 6 мов програмування (ST, IL, LD, SFC, FBD, CFC), що сприяє роботі фахівців будь-якої галузі;

- зручний засіб розробки і налагодження комплексних проектів автоматизації на базі контролерів з можливістю емуляції всіх процесів;
- функції документування для проектів;
- кількість логічних операцій обмежується лише кількістю вільної пам'яті контролера;
- практично безлімітна кількість використовуваних в програмі лічильників, тригерів, генераторів.
- Інтерфейси для програмування, завантаження і налагодження: Ethernet, USB, RS-232 (Debug).

Таблиця 3.2 – Підтримувані протоколи та інтерфейси

Протокол	Інтерфейс	Призначення
ОВЕН	RS-232 RS-485	Підтримка модулів ОВЕН МВА8, МВУ8. Робота в мережах ОВЕН спільно з Трм2хх, Трм151, Трм148, Трм133 і т.д.
Modbus RTU Modbus ASCII	RS-232 RS-485	Підтримка модулів вводу/виводу і операторських панелей, зв'язок з SCADA-системами
Modbus TCP	Ethernet 10/100 Mbps	Підтримка модулів вводу/виводу, наприклад ADAM-6000, зв'язок з SCADA-системами
DCON	RS-232 RS-485	Підтримка модулів вводу та виводу I-7000, Adam-4000, операторських панелей
GateWay (протокол CoDeSys)	RS-232 Ethernet 10/100 Mbps USB-Device	Програмування контролера, відладка призначеної для користувача програми (в т.ч. високошвидкісна відладка в режимі Realtime по Ethernet). Робота з файлами на вбудованому Flash-диску. Зв'язок з контролерами інших виробників, виготовлених на базі CoDeSys. Робота з OPC-сервером CoDeSys
Mass Storage Device	USB-Device	Представлення Flash-диска ПЛК як зовнішнього файлового накопичувача. Робота з файлами архівів даних і файлами проекту

Кабель для підключення контролера до ПК чи ноутбука постачається в комплекті (для Debug RS-232), або використовується типовий мережевий кабель під роз'єм RJ45. Програмне середовище CoDeSys є у вільному доступі на сайті компанії Овен, як і програма оновлення прошивки контролера і таргет файли (файли конфігурації контролера).

### 3.1.2. Вибір додаткового обладнання.

#### Додаткові утиліти

Додаткові утиліти значно підвищують зручність роботи з обладнанням Овен. Найпоширенішими є:

- EasyWorkPLC – це інженерна утиліта. Вона дозволяє міняти значення параметрів, не вносячи змін у саму програму контролера. Працює автономно, без ПЗ CoDeSys;
- PLC\_IO – це утиліта що дозволяє працювати з файловою системою контролера. До прикладу, можна записувати або зчитувати файли з ПЛК. Працює також автономно, без програмного середовища CoDeSys.

#### Монтаж сенсорів

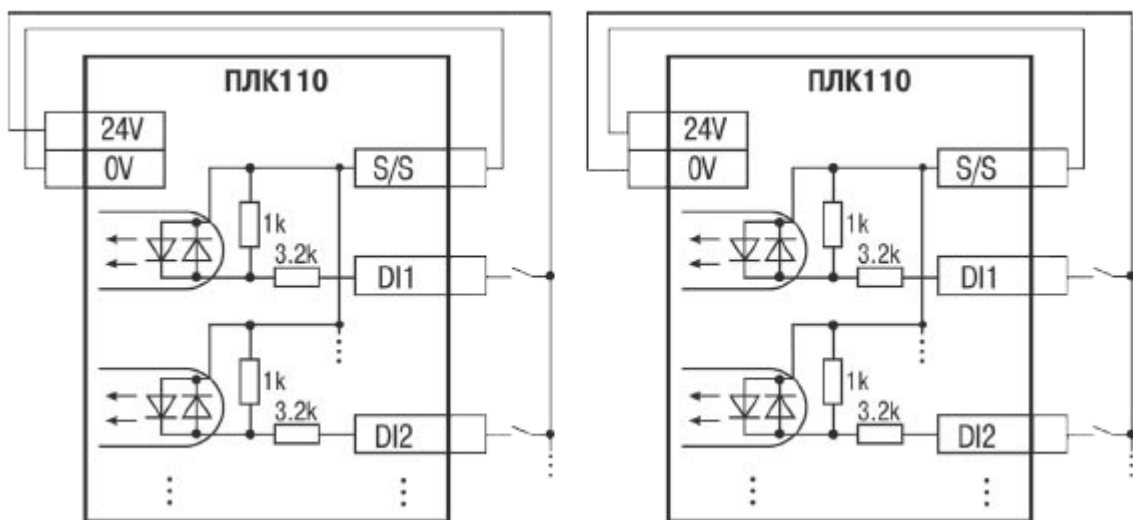


Рис. 3.2 - Схема електрична-принципова підключення дискретних датчиків до входів ПЛК 110-60

На рис. 3.2 представлено схеми під'єднання дискретних датчиків на цифрові входи контролера. В першому випадку розмикається нульовий сигнал, а в другому +24В. Обидві схеми рівнозначні, вибір між ними залежить від особливостей датчика, який треба підключити. Для дискретних датчиків, а також для датчиків, що мають на виході транзисторний ключ, треба обирати схему підключення по типу транзисторних датчиків (рис. 3.3).

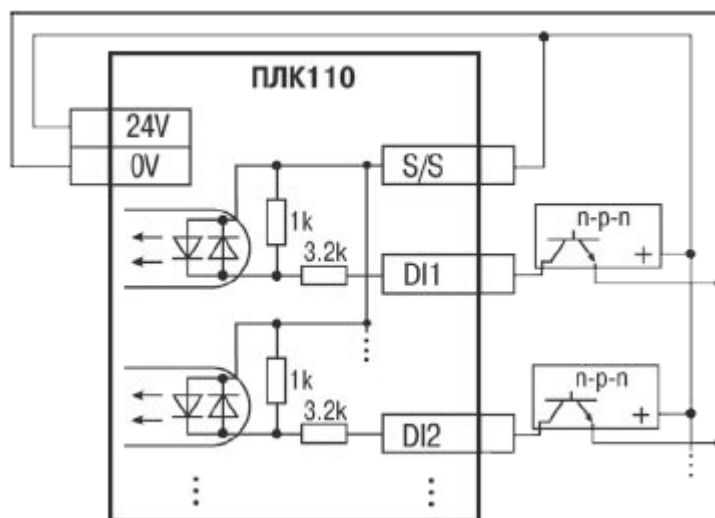


Рис. 3.3 - Схема електрична-принципова підключення до дискретних входів датчиків, із транзисторним ключем типу n-p-n

Для підключення дискретних датчиків до контролера Овен 110-60 служать виходи +24В та нульовий (рис. 3.3). Для підключення виконавчих механізмів до цифрових виходів контролера використовують клему відповідного виходу та контакт «СОМ» (рис. 3.4). Сумарний струм усіх підключених датчиків, а також усіх задіяних на цифрових входах пристроях має бути не більше 620 мА. Якщо є потреба для під'єднання більшої кількості датчиків, чи з більшим споживанням, то в такому разі треба передбачити додатковий зовнішній блок живлення з достатньою потужністю.

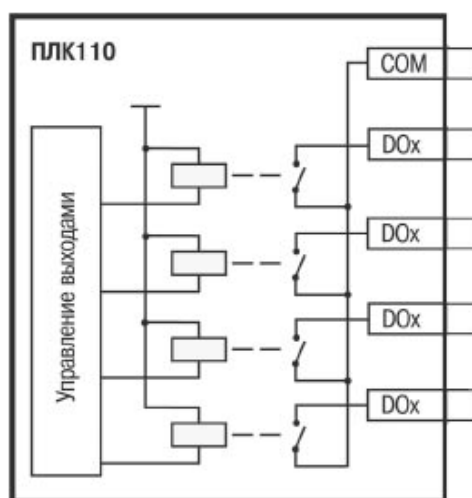


Рис. 3.4 – Схема подачі керуючого сигналу на логічні виходи DO контролера ПЛК110-60

### Одноканальный блок живлення ОВЕН БП60Б-Д4

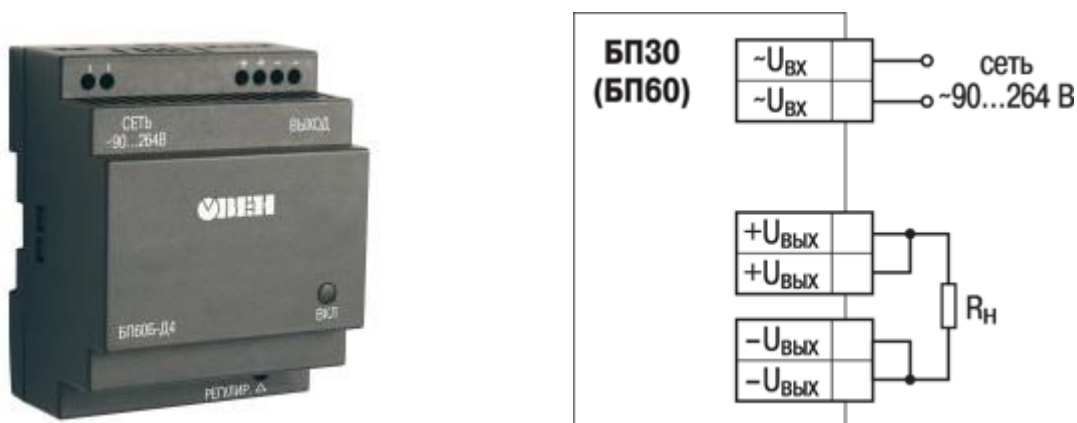


Рис. - 3.5 Загальний вигляд і схема рідключення одноканального блоку живлення ОВЕН БП60Б-Д4

Блок живлення БП60 використовується для живлення постійним струмом різноманітних електронних пристроїв, таких як прилади релейної автоматики, контролери, датчики і т.і. Призначений для побудови різних систем електроживлення, зокрема розподілених. Блок живлення виготовлено в корпусі із можливістю монтажу на DIN-рейку.

Конструктивними перевагами цього блоку живлення є:

- Можливість перетворення змінного (постійного) струму в постійний стабілізований;
- Можливість обмеження пускового струму;
- Присутній захист від перепаду напруги та імпульсних перешкод на вході;
- Присутній захист від перевантаження, перегріву та короткого замикання;
- Можливість регулювання вихідної напруги завдяки вмонтованому налаштовувальному резисторі. Діапазон регулювання складає  $\pm 8\%$  від номінальної вихідної напруги при незмінній потужності;
- Присутня діодна індикація наявності напруги на виході.

## Блок мережевого фільтру ОВЕН БСФ

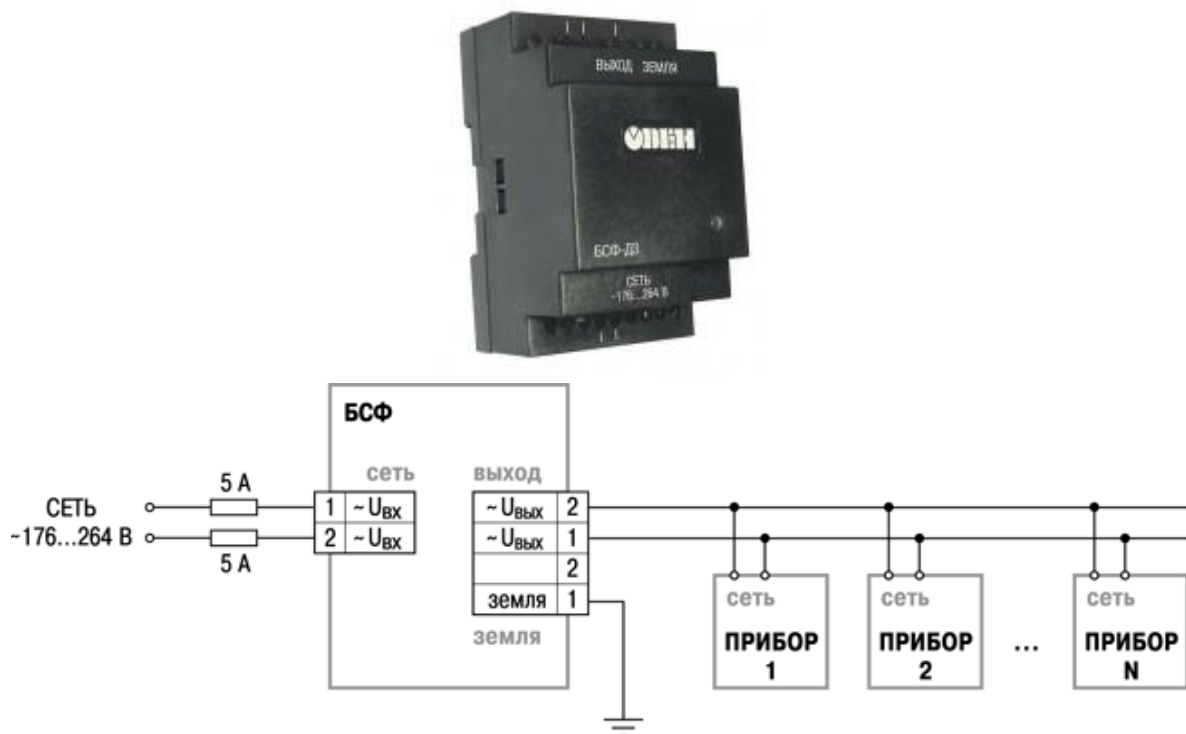


Рис. - 3.6 Загальний вигляд та схема підключення блоку мережевого фільтру ОВЕН БСФ

Блок мережевих фільтрів ОВЕН БСФ призначений для захисту мережі змінного струму двопровідного типу від імпульсних та для придушення високочастотних перешкод. Використовується для приладів і датчиків, що живляться змінним струмом. Основною функцією блока є захист електрообладнання від впливу перешкод, що проникають з мережі, та захист мережі від емісії перешкод працюючого електроустаткування, що підключено до цієї мережі. Блоки випускаються в корпусі з можливістю кріплення на DIN-рейку.

### Сенсорна панель овен СП270

Сенсорна панель оператора являє собою програмований термінал, що виконує функції інтерфейсу для оператора в системі. Панель може виконувати функції програмованого логічного контролера, тобто виконувати контрольні та керуючі функції процесів, і оператора, який контролює проходження цих процесів і, при необхідності, коригуючого діяльність ПЛК. Функції інтерфейсу виконуються сенсорним екраном панелі оператора, якому у вигляді певних графічних символів

і знаків автоматично, в режимі реального часу, відображається інформація, що отримується панеллю від ПЛК.



Рис. 3.7 - Зовнішній вигляд сенсорної панелі овен СП270

Цей же екран забезпечує взаємодію оператора з ПЛК і контрольованою ним системою. Шляхом сенсорного впливу на певні області екрану (тобто торкання їх пальцем) оператор може запустити або зупинити необхідні процедури (наприклад, увімкнути або вимкнути певне обладнання або процес чи процедуру). Крім сенсорного екрану, панелі деяких модифікацій забезпечені кнопками, після натискання яких виконуються певні запрограмовані дії.

Таким чином, панель оператора дозволяє вирішити такі завдання:

- забезпечення контролю оператором роботи певного комплексу обладнання;
- забезпечення керування оператором роботою певного комплексу обладнання;

Вирішення цих завдань забезпечується виконанням панеллю оператора наступних функцій:

- відображення параметрів поточного стану контрольованої системи в режимі реального часу. Панель дозволяє відобразити ці параметри в графічному вигляді, що максимально полегшує сприйняття інформації оператором.
- Передача команд оператора, отриманих з сенсорного екрану панелі, в ПЛК і далі в контрольовану систему.

Панель оператора може бути включена в процес управління практично будь-яким технологічним комплексом: конкретна конфігурація панелі, що іменується також «проект», задається за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (програми конфігуратора). За допомогою програми конфігуратора може бути створено довільну кількість проектів, кожен з яких може бути завантажений в панель оператора. Одночасно панель оператора може працювати лише з одним проектом.

Основні функціональні можливості панелі оператора овен сп270 із сенсорним керуванням:

- Рідкокристалічний tft-дисплей з діагоналлю 7 дюймів та розрешенням 480x234 пікселя
- Кількість кольорів – 256;
- Сенсорне керування приладом;
- Наявні порти RS-232 та RS-485 для під'єднання до зовнішніх пристроїв (ПК, ноутбук, ПЛК);
- Підтримка розповсюджених протоколів для обміну інформації - modbus rtu, modbus ascii;
- Можливість роботи в мережі в режимах як master так і slave;
- Напруга живлення 24В постійного струму;
- Програмне середовище «Конфігуратор СП200» у відкритому доступі на офіційному сайті виробника.

### **Модуль вводу аналогових сигналів MB110-8A**

Модуль вводу аналогових сигналів дозволяє за потреби підключати до головного ПЛК аналогові датчики. Прилад призначений для збору даних з



вбудованих аналогових входів з передачею їх в мережу RS-485 із швидкістю від 2400 до 115200 біт/сек.

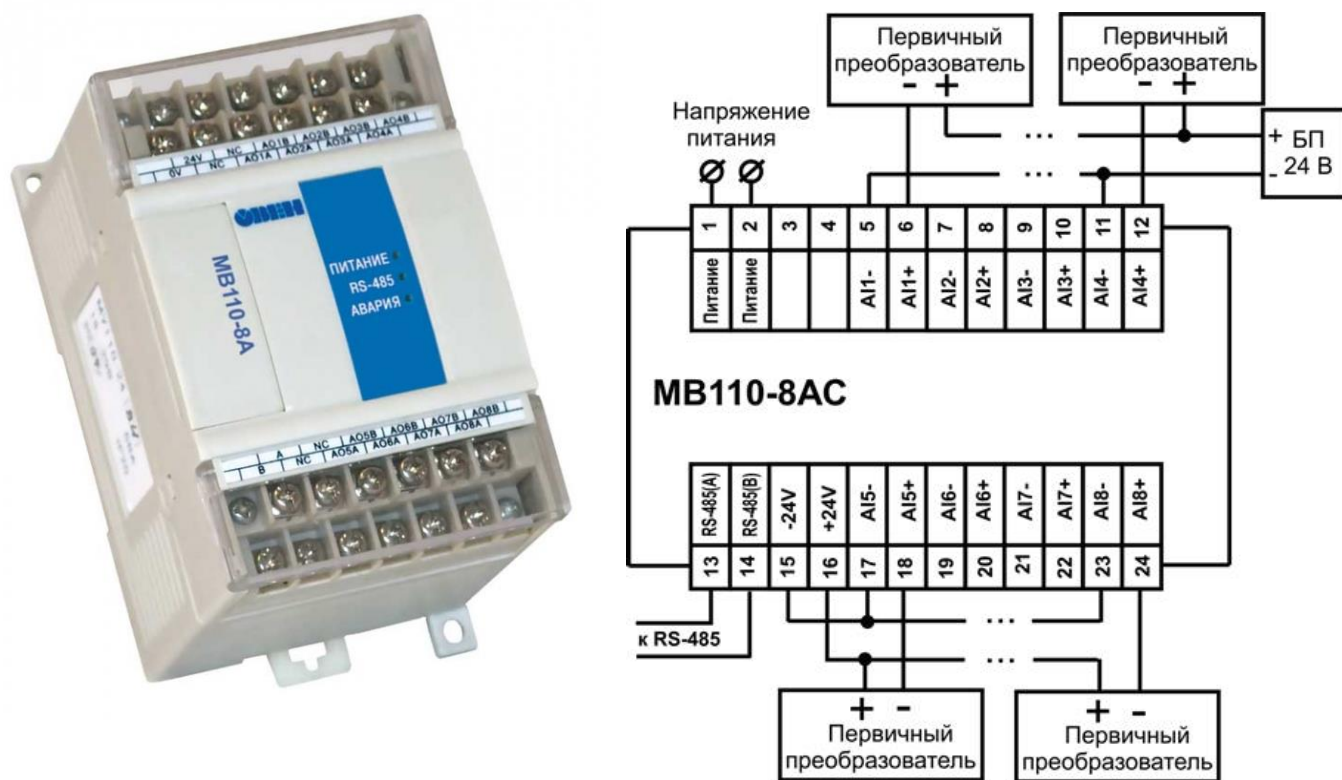


Рис. - 3.8 Зовнішній вигляд та схема клемної колодки модуля вводу аналогових сигналів MB110-8A

Вбудовані аналогові при вимірюванні забезпечують похибку в межах 0,5% для термоелектричних перетворювачів та 0,25% для датчиків термоопору і сигналів постійного струму та напруги. При цьому на опитування одного аналогового входу до якого підключені термометри опору модуль витрачає не більше 0,8с, а для опитування входів з під'єднаними термоелектричними перетворювачами та іншими видами датчиків, що видають сигнал постійного струму та напруги, потрібно не більше 0,4с. Модуль MB110-8 передає інформацію у головний ПЛК через мережу RS-485 по протоколах ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII або DCON.

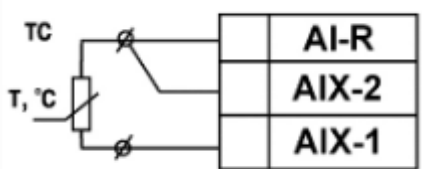
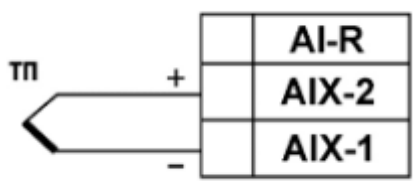
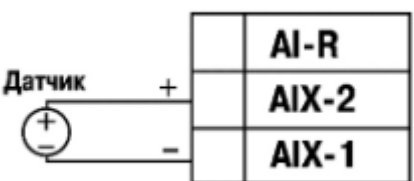
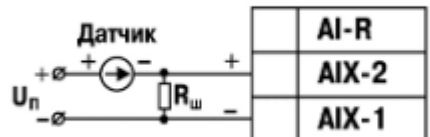
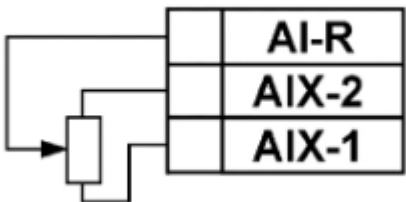
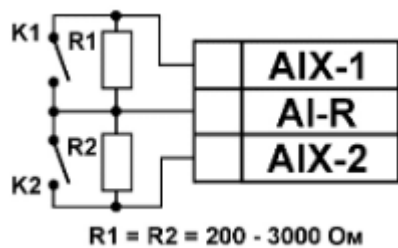
MB110-8 мережі працює як Slave. У зв'язку з цим мережа RS-485 повинна містити Master мережі. Це може бути наприклад, ПК із SCADA-системою або ПЛК.

Для MB110 доступний безкоштовний OPC-драйвер, а також бібліотек стандарту WIN DLL. Завдяки цьому модуль можна під'єднати до SCADA-систем і контролерів інших виробників. Конфігурування модуля MB110 здійснюється на ПК

за допомогою програми «Конфігуратор М110». Для підключення модуля до ПК використовуються адаптери RS-485/USB або RS-485/RS-232. Модуль МВ110 відповідає вимогам стандарту ГОСТ Р 51522 для устаткування класу А по стійкості до впливу перешкод.

Під'єднання датчиків здійснюється в залежності від їх типу. Схема електрична принципова сновних видів датчиків приведена у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Схема електрична-принципова під'єднання датчиків на аналогові входи МВ 110-8А

	
<p>Датчик термометра опору</p>	<p>Термоелектричний перетворювач</p>
	
<p>Активний датчик з виходом у вигляді напруги -50...+50мВ або 0...1В</p>	<p>Активний датчик із виходом струму 0...5мА, 0...20мА або 4...20мА</p>
	 <p><math>R1 = R2 = 200 - 3000 \text{ Ом}</math></p>
<p>Резистивний датчик положення</p>	<p>Дискретні датчик типу «сухі контакти»</p>

## 3.2 Вибір датчиків

### 3.2.1. Вибір давача руху



Рис.3.9 - Загальний вигляд давачів руху: а) Patrol 701; б) swan quad; в) Астра 621

Давач руху (датчик руху) – це пристрій охоронної системи, який відповідає за виявлення переміщення сторонніх осіб як в житлових об'єктах, так і комерційних та виробничих. Короткі характеристики найпопулярніших на ринку України давачів руху зведено в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 Порівняльна характеристика давачів руху .

Характеристики	Астра 621	SWAN QUAD	Patrol 701
Дальність виявлення	12м	18м	18м
Імунітет до тварин	Присутній 6м	+	-
Робоча напруга	8-16 В	8-16 В	8-16 В
Кут виявлення	90 градусів	110 градусів	90 градусів
Робоча температура	-20+50°C	-20+50°C	-30+50°C

В даній роботі обрали давач руху Астра 621. Давачі руху обирали опираючись на однакову орієнтовну вартість. Вибраний давач руху має захист від хибного спрацювання (зокрема від тварин), кут виявлення достатній для нашої системи, в наявності захист від коливань температури, міцний корпус, можливість налаштування лічильника імпульсів, можливість задання параметрів інфрачервоного детектора.

Сповіщувач Астра 621 використовується для точного виявлення проникнення зломисників в закриті приміщення. Цей пристрій працює на поєднанні інфрачервоної та акустичної системи сканування простору. Тому сповіщувач реагує, як на присутність людини, так і на розбиття віконного скла. Точний алгоритм визначення порушень практично повністю позбавляє від хибних спрацьовувань. Крім того, пристрій здатний виявляти звук розбитого скла навіть серед сторонніх перешкод. Містить два незалежних реле, які відповідають за окремий канал виявлення. Сам пристрій компактний і легко монтується навіть без кронштейна.

### 3.2.2 Вибір датчиків відкриття вікон та дверей

Датчик відкриття (рис. 3.12) монтується на дверях та віконних рамках, являє собою магнітний сповіщувач (геркон). Це магнітний перемикач в пластиковому корпусі. Датчик дозволяє використовувати його в широкому спектрі задач, від контролю відкриття вікон чи дверей, до лічильника спрацювань. Відстань елементів в режимі чергування - до 10 мм, а пороговим значенням для спрацювання є 25 мм. Датчик підтримує роботу із будь-якими центральними блоками охоронних систем які працюють з НС шлейфами.

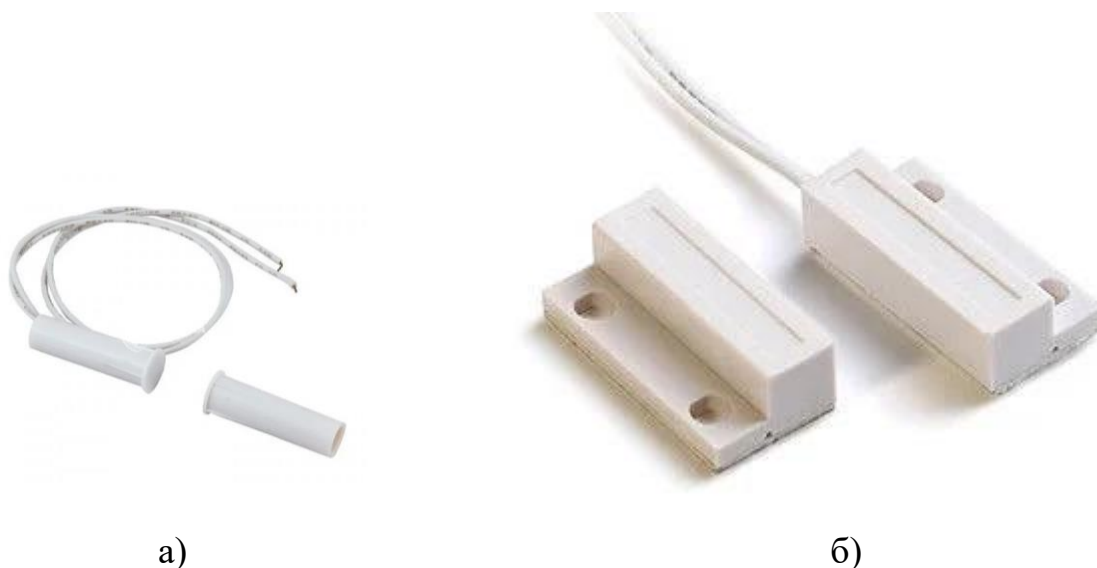


Рис. 3.10 – Датчики відкриття дверей та вікон: а) ЕСМК-1; б) СМК-3Е.

### 3.2.3 Вибір датчиків диму

Датчик диму СПД 3.2 (рис. 3.13) призначений для виявлення пожежі на ранній стадії в приміщенні, що охороняється. Датчик виявляє дим завдяки інфрачервоному випромінювачу і фотоприймачу. Ці елементи поміщені в спеціальну димову камеру.



Рис. 3.11 – Датчик диму Артон СПД 3.2

Функції та особливості.

- Призначений для виявлення займання методом виявлення диму;
- Для підключення до головного блоку використовується 4-х провідний кабель;
- Світлодіодна індикація кожні 40 секунд відображає працездатність датчика;
- Розрахований на площу до 20 м<sup>2</sup>;
- Датчик працює з будь-якими центральними блоками охоронних сигналізацій, які підтримують NO / NC шлейфи;
- Живиться від централі або окремих блоків живлення як 12 – 24 В (АС) або 220 В (DC);
- Обладнаний фотоелектричним інфрачервоним сенсором;
- Має високу стійкість до помилкових спрацьовувань;
- Виконано в органічному дизайні з якісного і міцного ABS пластику;
- Кріпиться на стелю або стіни;
- Сертифікований в УкрСЕПРО.

У звичайному стані фотоприймач не отримує сигнал інфрачервоного випромінювача. При потраплянні диму в камеру, фотоприймач ловить сигнал

інфрачервоного випромінювача завдяки наявним в повітрі спотворенням. При збільшенні кількості диму, спотворення променя сильнішає, і фотоприймач ловить сигнал від випромінювача та подає сигнал тривоги на центральний блок (контролер). Датчик призначений для використання у будинках, магазинах, готелях, ресторанах, офісних приміщеннях, школах, банках, бібліотеках, складах і т.д.

### **3.2.4 Вибір датчиків чадного та природного газу**

Газосигналізатор «ВАРТИ S50A2K» (рис. 3.12) призначений для автоматичного контролю концентрацій природного (метан) і чадного газів в повітрі вибухобезпечних зон побутових, комунальних, виробничих приміщень і котелень. Газосигналізатор пройшов державні випробування на відповідність стандарту ДСТУ EN 50194. Виготовляються прилади в ударостійкому пластмасовому корпусі стаціонарного виконання із вмонтованою світловою та звуковою індикацією. Додатково даний сигналізатор служить датчиком високої температури, і може бути використаний як допоміжний до датчика диму.

Характеристики:

- Поріг спрацьовування по метану (CH<sub>4</sub>) - 0,5%;
- Поріг спрацьовування по чадному газу (CO) - 0,005% (50 ppm);
- Поріг спрацьовування по перевищенню температури +55 С °;
- Рівень звукового сигналу тривоги на відстані 1 м - не менше 85 дБ;
- Час спрацювання за метаном під час прогріву - не більше 300 с;
- Час спрацювання сигналізації:
  - на метан - не більше 30 с;
  - на чадний газ - не більше 60 с;

Сигналізатор має виходи для керування зовнішніми пристроями: реле, яке можна використовувати для передачі сигналу спрацьовування на пульт сигналізації, керування нормально закритим електромагнітним клапаном, керування світлозвуковим пристроєм, керування витяжкою. Живлення здійснюється від мережі змінного струму 220 В, 50 Гц; Споживана потужність при відсутності тривоги - не більше 2,2 Вт. Клас захисту від попадання в корпус твердих і рідких речовин - IP22D; Повний середній термін служби - не менше 10 років.



Рис. 3.12 – Датчик природнього та чадного газу Артон СПД 3.2

Умови експлуатації:

- Контроль газів у температурному діапазоні від -10 до +40 С;
- Контроль перевищення температури повітря до +60 С;
- Відносна вологість повітря до 90%;
- Атмосферний тиск від 84,0 до 107,0 кПа.

### 3.2.5 Вибір датчика затоплення.

Датчик протікання води (рис. 3.13) має тип підключення проводами, та реагує на замикання водою відповідних контактів, розташованих на дні датчика. Датчик Ostopus виготовляється у пластиковому герметичному корпусі. Принцип дії заключається в тому, що коли контактні штирі занурюються в воду, електричний опір зменшується та зростає струмопровідність. Датчик фіксує протікання і подає сигнал тривоги на центральний блок (контролер). Монтаж датчика здійснюється як правило на підлозі, або в місцях найбільш імовірного протікання води. Для запобігання помилковим спрацюванням при монтажі слід витримати зазор не менше 1 мм від між контактними штирями та підлогою. Це забезпечує уникнення випадковиг тривоги, наприклад при вологому прибиранні..



Рис. 3.13 – Датчик затоплення OSTOPUS+

Характеристики датчика:

- Тип детектора: провідний
- Напруга живлення: 12 - 24 В;
- Споживання струму: в режимі очікування не більше 5 мкА;
- Споживання струму: в режимі тривоги OSTOPUS +: не більше 5 мА;
- Час готовності детектора до роботи: не більше 1 сек;

### 3.3 Вибір виконавчих механізмів

#### 3.3.1 Вибір клапана для відсікання подачі природного газу

Електромагнітний клапан прямої дії Gevax серії 3901 (рис. 3.14) призначений для перекриття подачі природного газу.

Використовуються для автоматичного відкриття або закриття потоку природного газу (і інших газів за потреби). Соленоїдний клапан Gevax виконано в алюмінієвому корпусі, а шток запірні частини із нержавіючої сталі. У знеструмленому стані клапан закритий, що гарантує безпеку при аварійному відключенні електроенергії. Клапани прямої дії має високу швидкість спрацьовування. Дана модель розроблена спеціально для природного газу, метану і т.д. має підвищену пропускну здатність. Дана модель застосовується для керування подачею газу в котли, газові пальники, сушарки та інші газові опалювальні прилади.



Рис. 3.14 – Електромагнітний клапан для природного газу GEVAX 3901



### 3.3.2 Вибір клапана для відсікання водопостачання

Електромагнітний клапан прямої дії GAMA 2W-15 N.C (рис. 3.17) призначений для перекриття подачі води. Використовуються для автоматичного відкриття або закриття потоку води (і інших рідин за потреби). Соленоїдний клапан виконано в алюмінієвому корпусі, а шток запірні частини із нержавіючої сталі. У знеструмленому стані клапан закритий, що гарантує безпеку при аварійному відключенні електроенергії. Клапани прямої дії має високу швидкість спрацювання.



Рис. 3.15 – Електромагнітний клапан для води GAMA 2W-15 N.C

### 3.3.3 Вибір електрозамків

Електрозамки монтуються на дверях (як вхідних так і внутрішніх) та віконних проемах. Призначені для забезпечення функціонування системи контролю доступу та запобігання проникнення у приміщення сторонніх осіб. Для жилих приміщень зазвичай використовують електрозамки наступного принципу дії: електроригельні (рис. 3.16 а), електромагнітні (рис. 3.16 в) та електромоторні (рис. 3.16 б). Зазвичай підключаються проводами, оскільки для спрацювання виконавчого механізму (особливо в холодну пору року) необхідно струм достатньої потужності.



Рис. 3.16 – Електрозамки: а) електроригельні; б) електромоторні; в) електромагнітні.

### 3.4 Вибір GSM/GPRS модему ОВЕН ПМ-01



Рис. 3.17 - Зовнішній вигляд GSM / GPRS модему ОВЕН ПМ-01

Модем ОВЕН ПМ-01 (рис. 3.17) використовується для віддаленого обміну даними по бездротових каналах зв'язку стандарту GSM з оснащенням, що має послідовні інтерфейси для зв'язку стандарту RS232 або RS485.

Переваги використання GSM-модему Овен ПМ-01:

- При зависання відбувається автоматичне перезавантаження;
- Інтерфейси RS-232 та RS-485 на борту;
- Живлення від мережі 220 В або 24 В постійного струму;
- Широкий діапазон робочої температури: -30 + 70 °С.

У сферу застосування GSM / GPRS модему ОВЕН ПМ-01 входять автоматизовані системи охорони та протипожежної безпеки, віддалений контроль датчиків та різноманітного оснащення, що мають послідовні інтерфейси та доступ в інтернет. До основних функціональних можливостей GSM / GPRS модему Овен ПМ-01 відноситься прийом і передача SMS, прийом і передача даних з використанням CSD та GPRS, та через послідовні порти RS-232 та (або) RS-485 (відповідно із стандартами GSM 07.05 і GSM 07.07). Наявність обміну даними через послідовні порти RS-232 та RS-485 позначається світловою індикацією, як і реєстрація в мережі GSM та передача даних в режимі GPRS.

Пристрій також можна використовувати як канал зв'язку між віддаленими об'єктами та центром збору інформації в АСКОЕ.

## 4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### 4.1 Характеристика об'єкту дослідження

Датчики руху є невід'ємною частиною охоронних систем. Вони дозволяють стежити за проникненням на територію чи в будівлю, які треба охороняти. Основними функціями таких датчиків є: визначення настання денного та нічного часу доби (для роботи автоматичних систем освітлення) та відстеження руху людей на території. Крім того, по принципу роботи датчики руху можуть виконувати багато корисних побічних дій. Наприклад, ультразвукові датчики руху здатні вловлювати звук розбиття скла, чи роботи електроінструменту для злочину [16]. Також, їх можна використати і для виявлення пожежі. В цьому випадку датчик руху може вловити швидке переміщене повітряних мас, що відбувається при горінні [17]. В розділі 2.2 даної роботи проаналізовано переваги та недоліки двох найпоширеніших видів датчиків руху – ультразвукового та інфрачервоного, та запропоновано використати комбінований варіант із поєднання цих двох датчиків в одній схемі. Для цього треба розглянути конструктивні особливості та принцип роботи кожного з них.

### 4.2 Вимір відстані інфрачервоним датчиком руху SHARP- GP2Y0A710K0F

Інфрачервоний датчик руху SHARP- GP2Y0A710K0F обраний нами у зв'язку із доступністю, низькою вартістю та компактними габаритними розмірами, що дозволяє його монтувати приховано, або ж просто не впливати на естетику інтер'єру та екстер'єру будівлі, де його встановлено. По принципу роботи це є вимірювач відстані за допомогою триангуляції, що працює шляхом виявлення відбитого від перешкоди світлового променя, і визначення кута його відбиття [18]. Датчик має нелінійний аналоговий вихід. Це означає, що коли відстань до об'єкту змінюється лінійно, то сигнал на аналоговому виході міняє своє значення нелінійно (рис. 4.1).

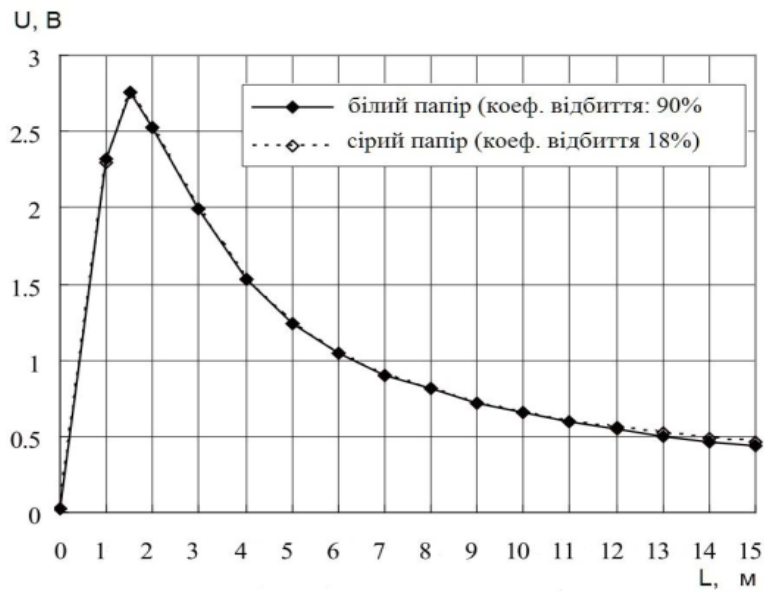


Рис. 4.1 – Нелінійна залежність відстані до напруги сигналу на аналоговому виході датчика SHARP-GP2Y0A710K0F

Як видно з графіку (рис. 4.1), притаманною рисою цього датчика є зміна значення сигналу, що відповідають діапазону відстані 0...2 м. Це зумовлено захистом від засвічування імпульсом, що випромінює передавач. Визначення відстані датчиком ґрунтується на залежності вихідного сигналу від величини оберненої до вимірної відстані  $L - 1/L$  (рис. 4.2).

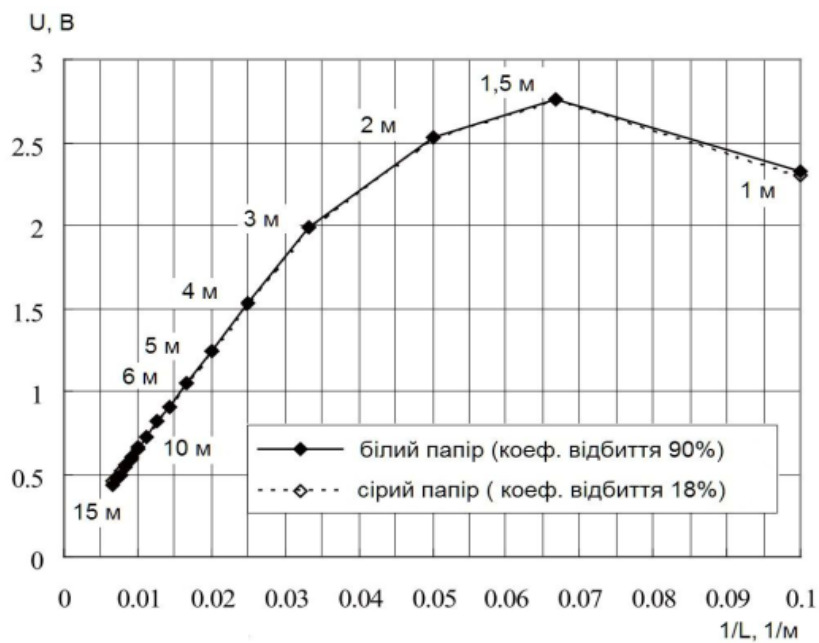


Рис. 4.2 – Залежність вихідного сигналу від величини оберненої до вимірної відстані датчиком

Як видно з графіку (рис. 4.2), залежність  $U = f(1/L)$  на ділянці 0,0059 1/м...0,033 1/см є лінійною. Рівняння прямої тут виглядає наступним чином:

$$y = k \cdot x + b. \quad (4.1)$$

де  $k = \operatorname{tg}(\varphi)$  – кутовий коефіцієнт прямої;  $\varphi$  – кут між прямою та віссю абсцис;

$b$  – точка перетину прямої з віссю ординат при значенні  $x = 0$ .

При цьому рівняння прямої по двох точках  $(x_1, y_1)$  і  $(x_2, y_2)$  тепер матиме вигляд:

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}, \quad (4.2)$$

де  $(x_1, y_1)$  і  $(x_2, y_2)$  – координати точок, по яких проходить пряма.

З цього рівняння обчислюємо кутовий коефіцієнт прямої:

$$k = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}. \quad (4.3)$$

Опишемо рівняння прямої для лінійного відрізка, використовуючи залежність  $U = f(1/L)$  (рис. 4.2). Варто зауважити, що діапазон вимірювання відстані датчиком залежить від розмірів приміщення, де його встановлено. Тому лінійна ділянка для залежності  $U = f(1/L)$  (рис. 4.2) матиме границі в межах 0,0059 1/м ...0,033 1/м. Зобразимо графічно фрагмент залежності  $U = f(1/L)$ , в границях якої будемо проводити вимір відстані (рис. 4.3). Як видно, координати початку та кінця відрізка лінійної ділянки для  $U = f(1/L)$  позначено як А (0,0059 1/м – 0,4 В), і В (0,033 1/м – 2,0 В). Лінія перетинає вісь  $U$  при значенні  $1/L = 0$  в точці  $b = 0,048$  В. Обчислюємо кутовий коефіцієнт:

$$k = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{2 - 0,4}{0,033 - 0,0059} = \frac{1,6}{0,0271} = 59 \text{ В} \cdot \text{м}.$$

Апроксимація виразу на лінійній ділянці функції  $U = f(1/L)$  :

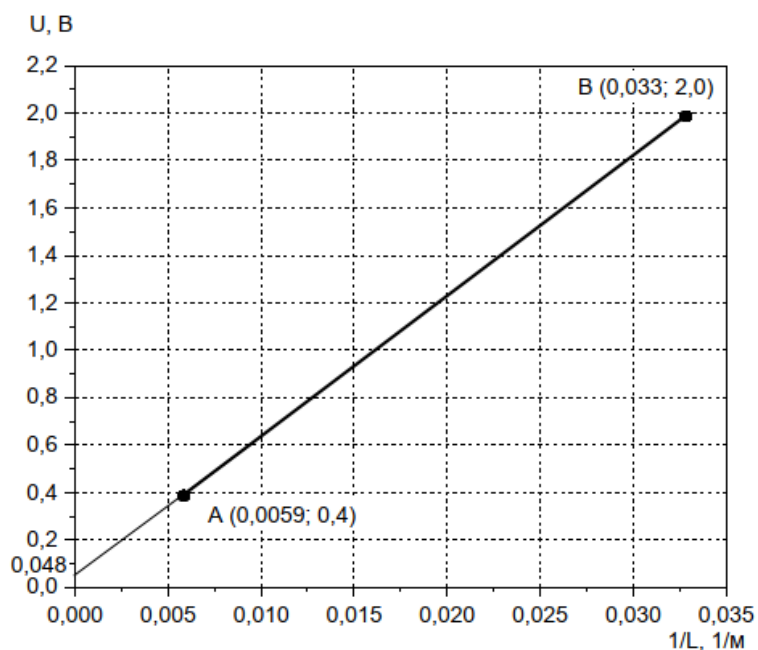


Рис. 4.3 – Лінійна ділянка залежності вихідного сигналу та оберненої виміру відстані

$$U = 59 \cdot \frac{1}{L \cdot 13,33} + 0,0048. \quad (4.4)$$

Таким чином, формула для розрахунку відстані  $L$  датчиком:

$$L = \frac{59}{(U - 0,0048) \cdot 13,33}. \quad (4.5)$$

Тепер функція перетворення для вказаного діапазону виміру буде мати вигляд:

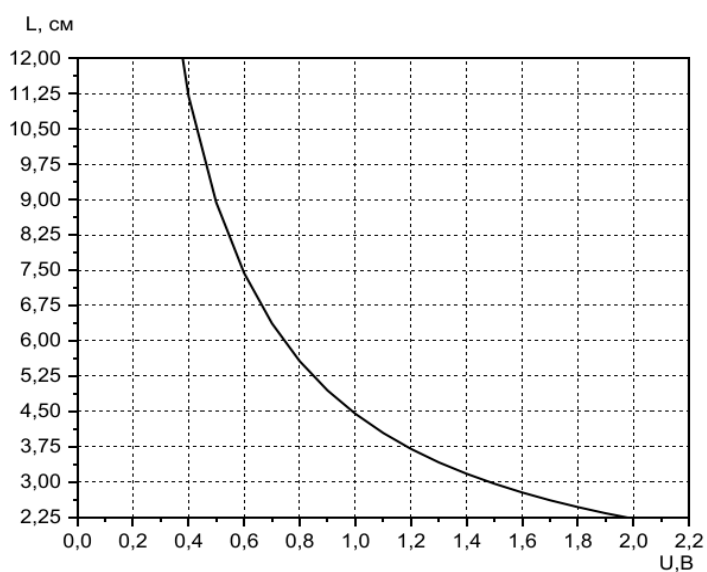


Рис. 4.4 – Розрахункова функція перетворення ПЧ-датчику

Для виміру відстані скористалися готовими рішеннями із мікроконтролерного модуля Atmega 328 з підключеним датчиком. Результати проведених експериментальних досліджень приведено у таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Результати виміру відстані ІЧ-датчиком руху

Виміряна напруга на виході датчика, В	Розрахункова відстань, см	Виміряна відстань, см	Похибка вимірювань, см
0,1	619,7479	619,74411	-0,00379
0,2	302,2541	302,24555	-0,00855
0,3	199,8645	199,86752	0,00302
0,4	149,2915	149,28834	-0,00316
0,5	119,14378	119,15486	0,01107
0,6	99,12634	99,12416	-0,00219
0,7	84,86766	84,85789	-0,00978
0,8	74,19517	74,17564	-0,01953
0,9	65,90706	65,91482	0,00776
1	59,28457	59,27243	-0,01214
1,1	53,87144	53,87837	0,00693
1,2	49,36412	49,36578	0,00166
1,3	45,55281	45,55017	-0,00264
1,4	42,28784	42,29418	0,00634
1,5	39,4596	39,44626	-0,01334
1,6	36,98596	36,97788	-0,00808
1,7	34,80415	34,80912	0,00496
1,8	32,86542	32,84912	-0,0163
1,9	31,13128	31,11559	-0,01569
2	29,57097	29,55789	-0,01309
2,1	28,1596	28,16781	0,00821
2,2	26,87682	26,87424	-0,00258

Якщо порівняти отримані експериментально результати досліджень із розрахунковими, можна виявити, що похибка вимірювань знаходиться в межах ціни розряду аналого-цифрового перетворювача (АЦП) і не перевищує значення  $\pm 2$  мм. При графічному зображенні закону розподілу похибок (рис. 4.5) видно, що вони носять випадковий характер, тому можна стверджувати, що вони спричинені шумами АЦП.

Таким чином, можна підсумувати, що при використанні ІЧ-датчика бажано застосовувати додаткові технічні засоби та (або) способи лінеаризації функції



перетворення, що має нелінійний характер. Вибраний нами датчик забезпечує точність виміру  $\pm 2$  мм на відстанях 0,3...14 м.

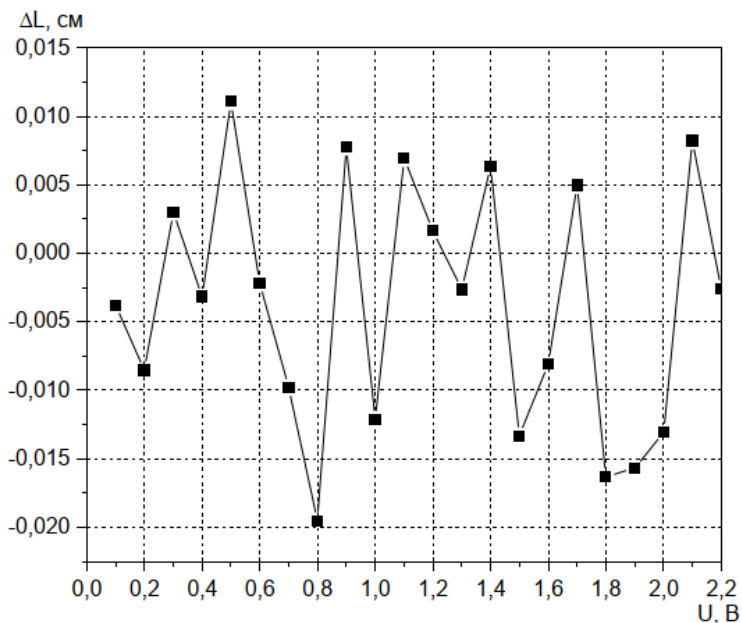


Рис. 4.5 – Крива розподілу похибок виміру відстані ІЧ-датчиком

### 4.3 Вимір відстані ультразвуковим датчиком руху HC-SR04

Ультразвуковий датчик використовує для сканування простору ефект Доплера. При цьому генерується вузькоспрямований сигнал з частотою 40 кГц, а приймач вловлює відбитий від об'єкта сигнал. Розраховуючи час на поширення і повернення звукової хвилі, можна обчислити відстань. На відміну від ІЧ-датчиків, ультразвукові є стійкими до впливу електромагнітних полів та сонячного теплового випромінювання. Однак такі датчики мають низьку чутливість, яка залежить від співвідношення сигнал/шум, і вразливі до хибних спрацювань внаслідок паразитних луна-сигналів, що можуть спотворювати відбитий сигнал. Також, мають місце неточність виміру об'єктів вкритих звукопоглинаючим матеріалом, або об'єктів малого розміру, у зв'язку із слабкістю відбитого сигналу. Крім того, такі погодні явища як вітер та опади теж впливають на точність виміру, оскільки сигнал може частково відбиватись від крапель води.

Незважаючи на ці недоліки, ультразвукові датчики руху (які також використовуються як і датчики розбиття скла та роботи інструменту для зламу)

вважаються точними. Обраний нами датчик має діапазон виміру 0...12 м та точність  $\pm 3$  мм. Враховуючи вищесказане, важливо було дослідити точність датчика при різних кліматичних умовах.

Як відомо, швидкість поширення ультразвукової хвилі залежить від температури простору, в якому вона розповсюджується. Цю залежність можна описати виразом:

$$V = \sqrt{\frac{j \cdot R \cdot T + 273,15}{M}}, \quad (4.6)$$

де  $j$  – коефіцієнт адіабати, для нашого випадку приймаємо  $j = 7/5$ ;

$R$  – універсальна газова стала,  $R = 8,3144598$  Дж/моль·К;

$M$  – молярна маса речовини, для повітря не враховуючи вологість  $M = 0,029$  кг/моль.

Швидкість поширення ультразвуку в повітрі обчислимо по виміряній відстані та часу, за який ультразвукова хвиля долає відстань від об'єкту до сенсора:

$$V = \frac{2 \cdot L}{t}. \quad (4.7)$$

Підставивши (4.7) у (4.6) та враховуючи температуру, отримаємо:

$$T = \frac{\left(\frac{L}{t}\right)^2}{j \cdot \frac{R}{M}} - 273,15, \quad (4.8)$$

де  $L$  – відстань від об'єкта виміру до сенсора, м;

$t$  – час проходження імпульсу від об'єкта виміру до сенсора, сек.

Таким чином, встановлено, що ультразвуковий датчик можна використати для обрахунку температури у приміщенні. Тому для експериментальних досліджень проводили заміри залежності виміру сталої відстані до температури (рис. 4.6):

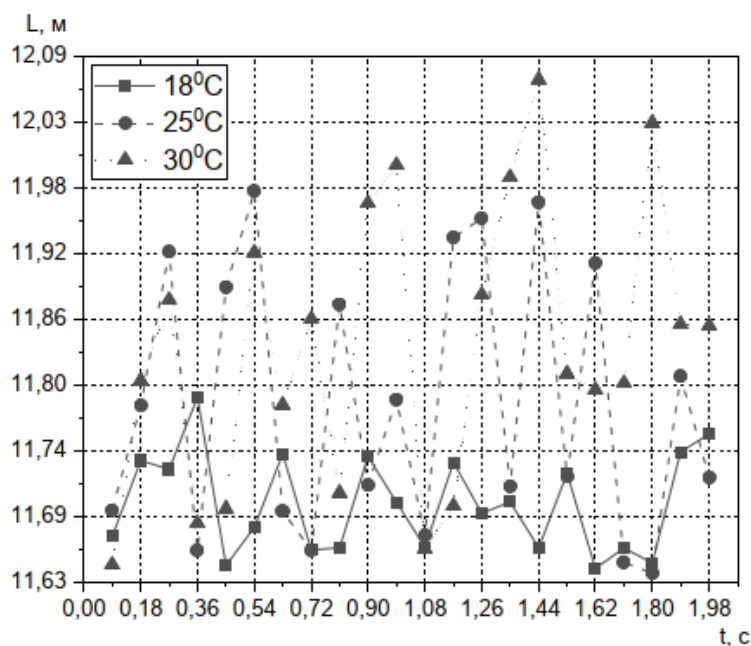


Рис. 4.6 – Залежність виміру відстані УЗ-датчиком від температури

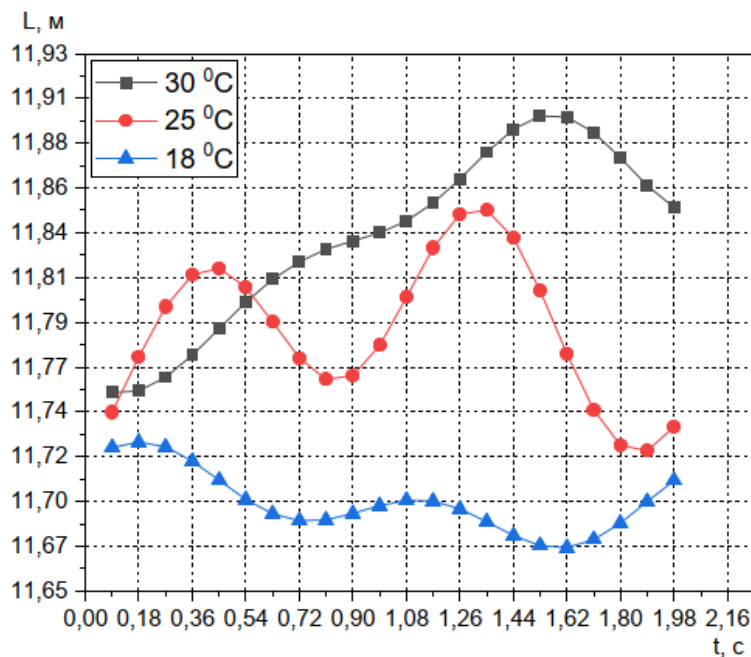


Рис. 4.7 – Апроксимація виміру відстані УЗ-датчиком

Дослідження проводили у закритому приміщенні з регульованою температурою. Як видно із апроксимованих кривих результатів виміру, найстабільніший вимір відстані отримано при  $T = 18^{\circ}\text{C}$ . Похибка при цьому складала  $\Delta L = -0,3 \text{ см}$ . При зростанні температури похибка вимірювань також зростає. Так при  $T = 25^{\circ}\text{C}$  значення  $\Delta L = -0,1 \dots 0,45 \text{ см}$ ; при  $T = 30^{\circ}\text{C}$  значення

$\Delta L = 0,05 \dots 0,65$  см. Таким чином показано, що при зміні температури навколишнього середовища, точність виміру відстані УЗ-датчиком є нестабільною.

#### 4.4 Вимір відстані комбінованим методом

Виявивши похибки та неточності в роботі обидвох датчиків, на наступному етапі проводили вимірювання відстані комбінованим методом. Для цього ІЧ-датчик руху та УЗ-датчик змонтували в одному корпусі. Вимірювання проводили у закритому приміщенні. В якості об'єкта обрали металевий стержень, та встановили його на відстані 10 м. Результати замірів представлено на рис. 4.8.

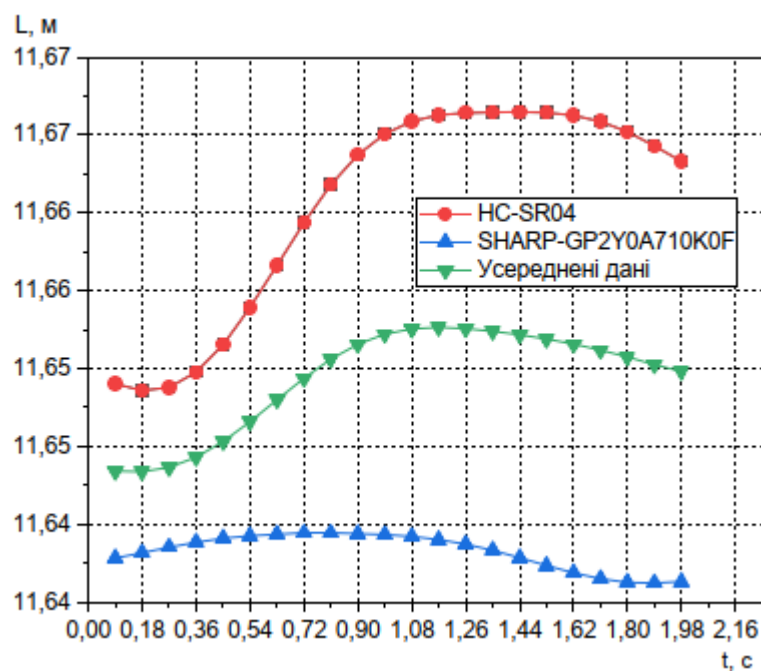


Рис. 4.8 – Забір відстані комбінованим методом при температурі 20°Сп

Встановлено, що відносна похибка вимірів відстані УЗ-датчиком становило 0,33 %, а ІЧ-датчика 0,11 %. Таким чином, усереднена відносна похибка комбінованого методу вимірювань обидвома датчиками складала 0,22 %. Тобто, можна вважати, що використання ІЧ\_датчика дозволило підвищити точність замірів УЗ-датчиком в 1,5 раз.

Щоб дізнатись наскільки надійно використовувати такий метод, металевий стержень, який використовували на попередньому етапі, покрили світлим шумопоглинаючим матеріалом. Це є завадою як для роботи УЗ-датчика, так і

поганою відбиваючою поверхнею для ІЧ-датчика. Результати проведених замірів графічно представлено на рис. 4.9.

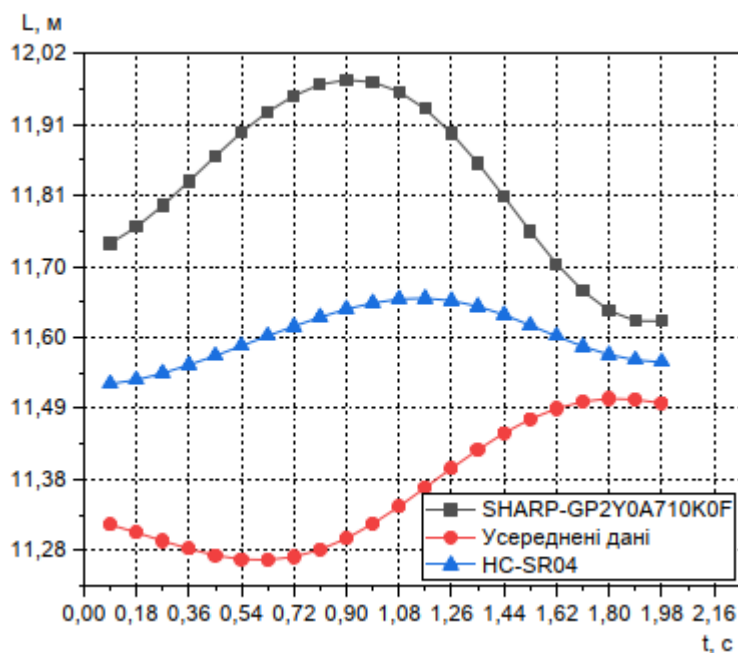


Рис. 4.9 – Результати комбінованих замірів за температури 20°C при використанні шумо-світлопоглинаючого матеріалу

В результаті, відносна похибка замірів ІЧ-датчиком становила 12,8 %, а УЗ-датчиком 8,2 %. При комбінованому методі похибка не перевищувала 9,4 %. Таким чином, можна стверджувати, що використання ІЧ\_датчика при скануванні шумо-світлопоглинаючого матеріалу забезпечило зростання точності замірів УЗ-датчиком в 1,36 рази.

Отже, можна підсумувати, що в результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що використання комбінованого методу заміру відстані з використанням інфрачервоного та ультразвукового датчиків руху, дозволяє отримати стабільніші результати та зменшити похибку.

## 5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 5.1 Вибір програмного забезпечення

Для розробки програми для виявлення і повідомлення про знаходження в приміщенні сторонніх осіб, а також відслідковування аварійних комунальних ситуацій використаємо програмне середовище CODESYS V2.3. Дане програмне забезпечення із всіма бібліотеками та target-файлами є у вільному доступі на сайті виробника контролерів Овен [www.owen.ua](http://www.owen.ua).

CoDeSys V2.3 - це інтегроване середовище розробки (IDE) додатків для програмованих контролерів. CoDeSys підтримує всі 5 мов програмування стандарту MEK 61131-3 (LD, FBD, IL, ST, SFC) і включає додаткову мову CFC (розширення FBD з вільним порядком виконання блоків). Також до складу CoDeSys входить редактор візуалізації, конфігуратор протоколів обміну і засоби налагодження.

Для програмування сенсорної панелі СП 270 використаємо «Конфігуратор СП 200».

### 5.2 Розробка алгоритму програми

Схему алгоритму наведено на рис. 5.1. Послідовність роботи системи охорони наступна: режим охорони вмикається вручну на сенсорній панелі. В режимі охорони (Security mode) контролер опитує всі датчики, та при спрацюванні будь-якого з них переходить в режим тривоги (Alarm mode). При спрацюванні датчиків руху, які також фіксують розбиття скла та роботу інструменту для зламу, контролер вмикає звукову сирену та світлову сигналізацію для привертання уваги, і відправляє СМС-повідомлення власнику будинку. При спрацюванні датчиків відкривання дверей та вікон послідовність роботи та ж сама, за винятком вхідних дверей, при відчиненні яких режим тривоги вмикається із затримкою в 30 сек, за які треба ввести цифровий код на сенсорній панелі. Після цього власник вимикає режим охорони натиснувши відповідну піктограму на сенсорній панелі (рис. 5.2).

Робочий режим (Operating mode) системи охорони увімкнено завжди. В робочому режимі сигнали від датчиків руху та відкривання дверей та вікон ігноруються. Робота решти систем в робочому режимі така ж, як і в режимі охорони.

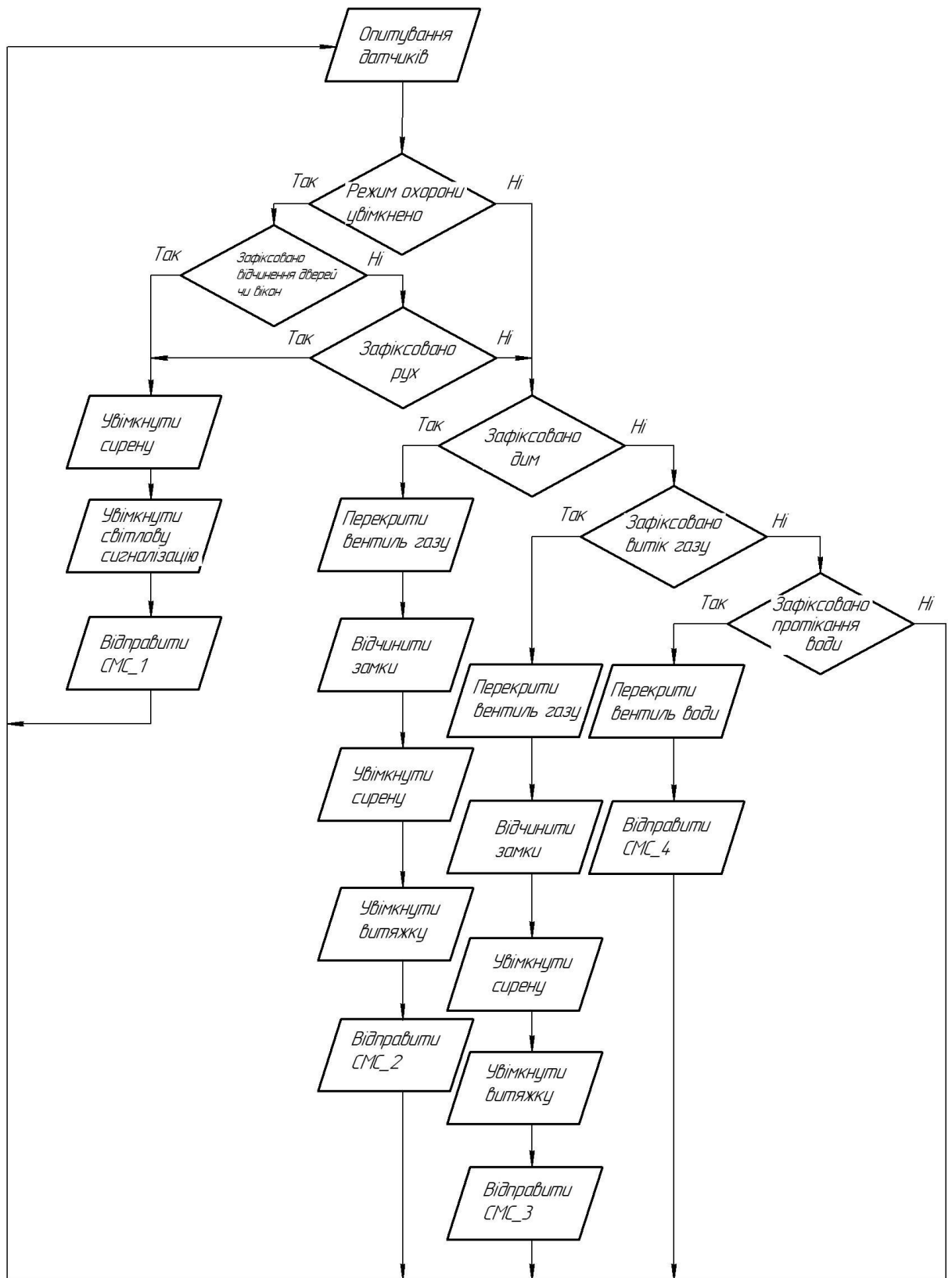


Рис. 5.1 – Алгоритм роботи автоматизованої системи охорони

При спрацюванні датчика диму контролер розімкне коло живлення нормально закритого електромагнітного клапана подачі природнього газу в приміщення, відчинить електрозамки для полегшення евакуації, увімкне сирену для привернення уваги та електродвигун турбіни витяжної вентиляції. Крім того буде надіслано смс-повідомлення власнику дому та на пульт охоронної фірми. При перевищенні значення з аналогових датчиків природнього, чадного та вуглекислого газу понад встановлену норму, контролер також розімкне коло живлення клапана газу в приміщення, відчинить електрозамки, увімкне сирену, витяжку та надішле смс-повідомлення з відповідними показниками. При спрацюванні датчика протікання води контролер розімкне коло живлення нормально закритого електромагнітного клапана водопостачання і надішле відповідне смс-повідомлення власнику.

### 5.3 Розробка інтерфейсу для сенсорної панелі

Сенсорна панель виступає як Master в мережі, і може керувати контролером (задавати значення змінним). Для зручності керування системою охорони через сенсорну панель, функції розділено по п'яти вікнах: головне меню, датчики руху, газ, вода і двері.



Рис. 5.2 – Головний екран сенсорної панелі СП 270

У вікні головного меню (рис. 5.2) розташовано клавіатуру для набору пароля, вікно відображення пароля, кнопки та індикація ручного увімкнення режиму



тривоги та сирени звукової сигналізації, увімкнення режиму охорони, та кнопки переходу до інших вікон.

У вікні «Датчики руху» (рис. 5.3) розташовано індикатори, що відображають спрацювання кожного із датчиків, що змонтовані у приміщенні. Аналогічно, справа знаходяться кнопки переходу до інших вікон панелі.

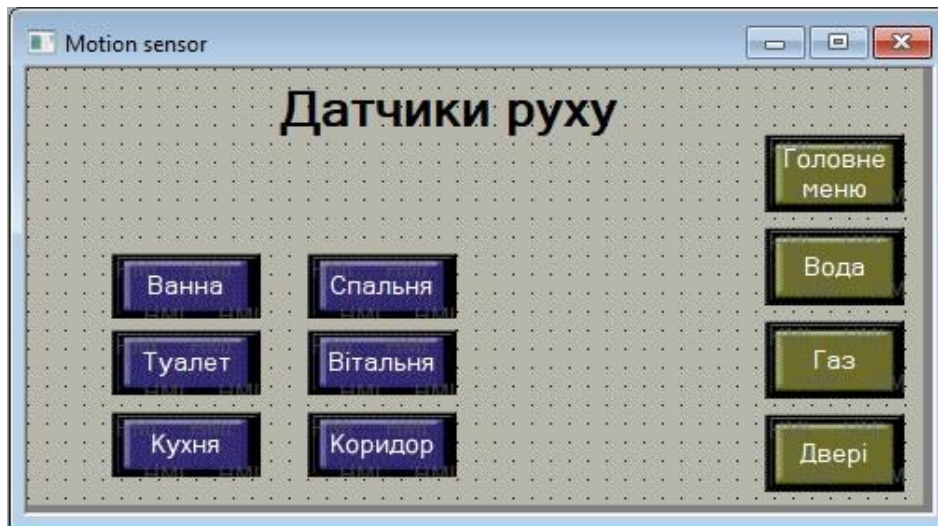


Рис. 5.3 – Екран індикації спрацювання датчиків руху

У вікні «Газ» (рис. 5.4) розташовано кнопку ручного перемикавання вентиля подачі природного газу, кнопку ручного увімкнення витяжної вентиляції, а також табло для відображення значення показів із датчиків природного, вуглекислого та чадного газу. Аналогічно, справа знаходяться кнопки переходу до інших вікон панелі.



Рис. 5.4 – Екран керування клапаном газопостачання та витяжкою

У вікні «Вода» (рис. 5.5) розташовано кнопку ручного перемикання вентиля водопостачання, стрілочний вказівник відображення тиску води в системі та індикатори спрацювання датчиків протікання. Аналогічно, справа знаходяться кнопки переходу до інших вікон панелі.

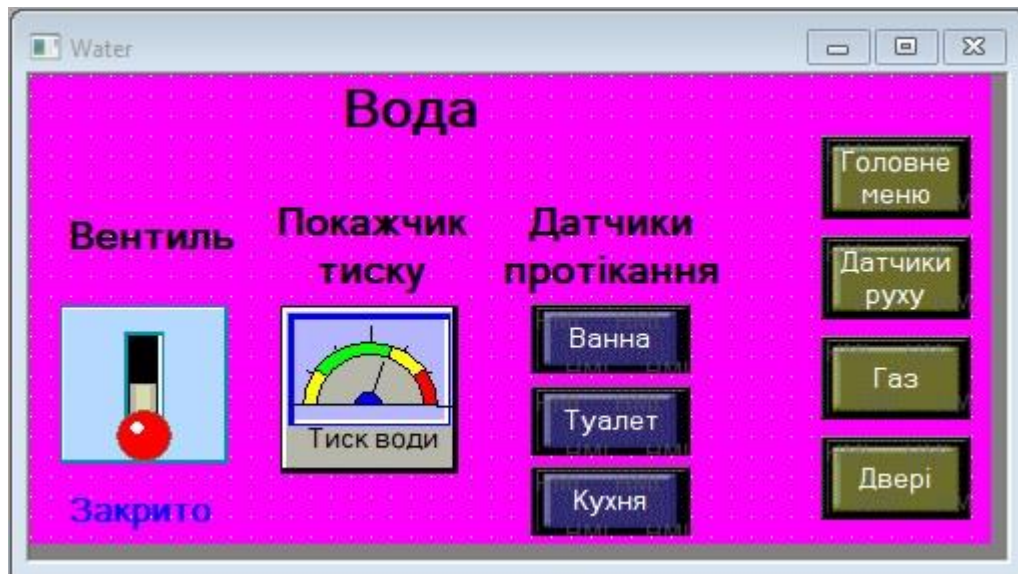


Рис. 5.5 – Екран керування водопостачанням

У вікні «Двері» (рис. 5.6) розташовано кнопки керування електрозамками дверей та індикація спрацювання датчиків відкриття. Аналогічно, справа знаходяться кнопки переходу до інших вікон панелі.

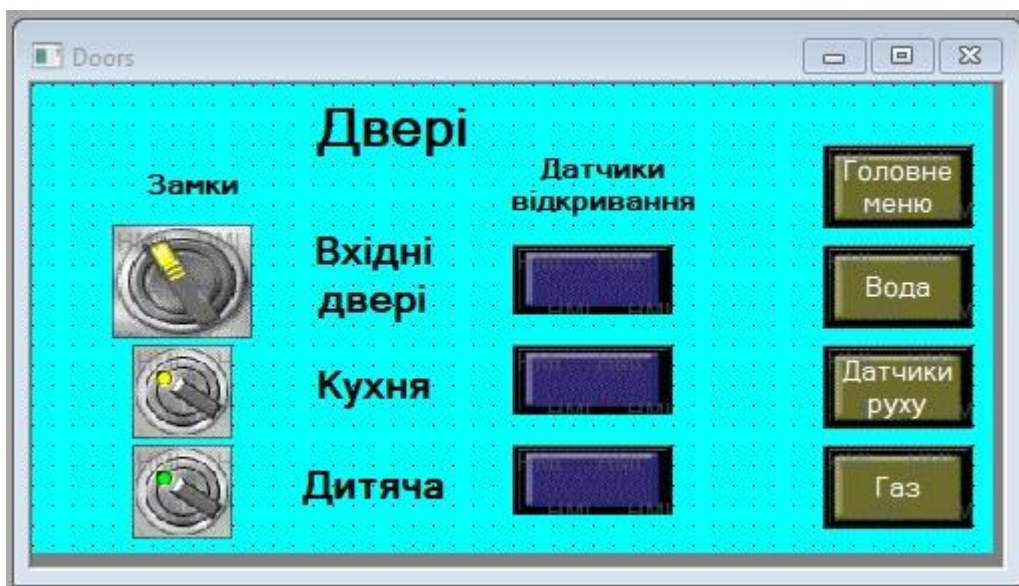


Рис. 5.6 – Екран керування дверними замками

Сенсорна панель під'єднується до ПЛК кабелем, що йде у комплекті по інтерфейсу RS-232. Параметри налаштування у CoDeSys також вказуються у технічному паспорті панелі.

## 5.4 Розробка програмного коду в CoDeSys

Для написання програмного коду використаємо графічну мову програмування SFC. Основний програмний код описано в програмному блоці «PLC\_PRG», а для відправлення смс-повідомлень використали окремі функціональні блоки. Опис змінних можна робити у самій програмі, так як CoDeSys підтримує коментарі кирилицею. Перелік змінних використаних у програмному кодї подано в додатку А.

Увімкнення режиму тривоги відбувається при невірному введеному кодї або вручну, через кнопку на екрані СП270, за яку відповідає змінна «Start\_alarm» (рис. 5.7.). Час на введення кодї задається на вході таймера «Timer1».

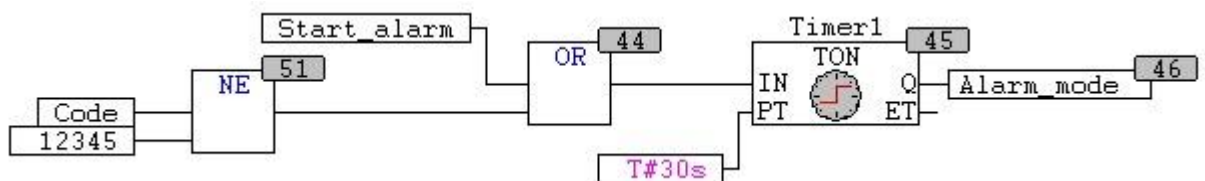


Рис. 5.7 – Програмний SFC-код увімкнення режиму тривоги

При спрацюванні певних датчиків вмикається один із режимів тривоги. Це потрібно для того, щоб надсилати смс-повідомлення відповідного змісту. Наприклад, при виявленні протікання води буде надіслано смс власнику дому із текстом про спрацювання датчика протікання, а при виявленні диму буде надіслано смс власне про задимлення в приміщенні власнику дому і на пульта охоронної фірми. Для скидання окремих режимів тривоги використано SR-тригери та відповідні змінні на входах Reset тригера. Це потрібно для того, щоби скидати режим тривоги при помилковому спрацюванні. Наприклад, якщо в домі діти розіллють на підлогу воду, спрацює датчик затоплення (рис. 5.8), контролер перекриє електромагнітний клапан подачі водї в будинок (рис. 5.9), і власнику дому прийде смс відповідного змісту (рис. 5.10). Переконавшись, що аварії немає, власник дому зможе відправити

смс-повідомлення на GSM-модем Овен ПМ01, і вимкнуті режим тривоги для відновлення водопостачання в дім (рис. 5.11).

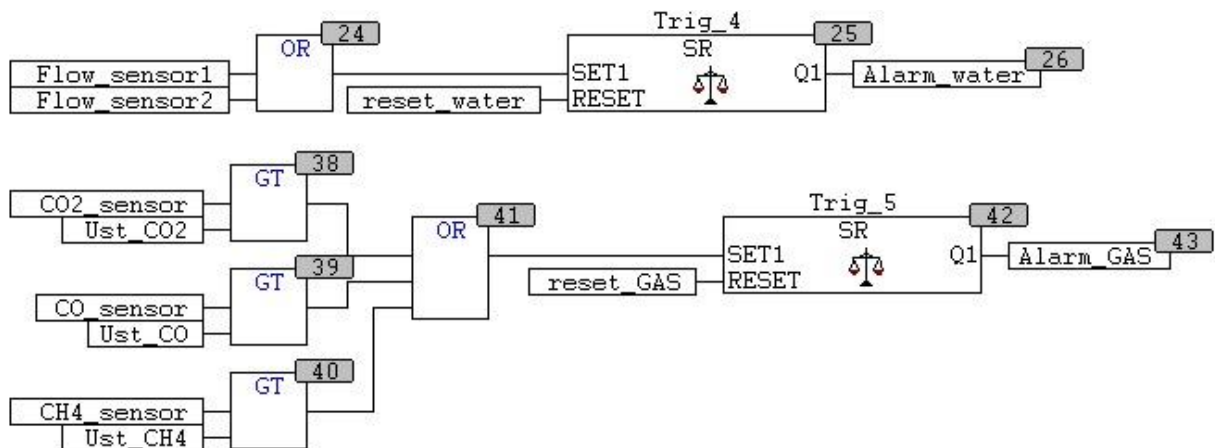


Рис. 5.8 - Програмний CFC-код увімкнення режимів тривоги при спрацюванні датчиків протікання води та аналогових датчиків газів

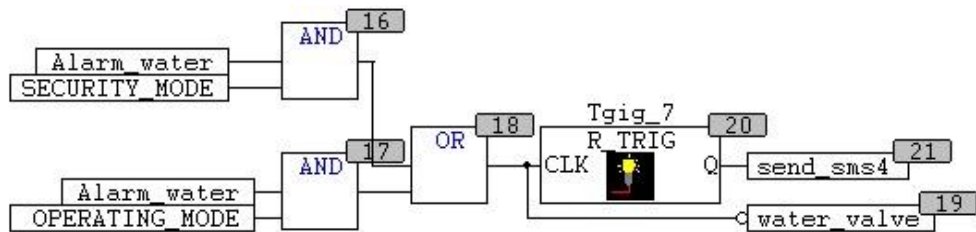


Рис. 5.9 - Програмний CFC-код перекриття клапана водопостачання

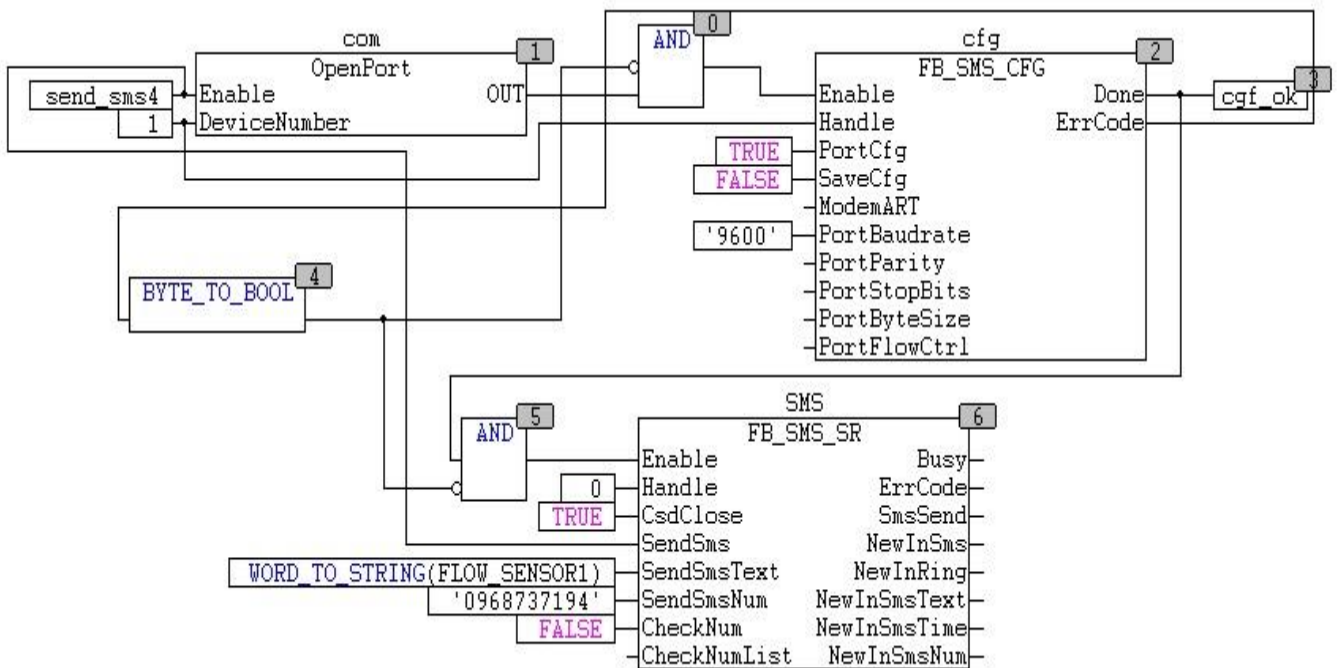


Рис. 5.10 - Програмний CFC-код функціонального блоку відправки смс про фіксацію протікання води

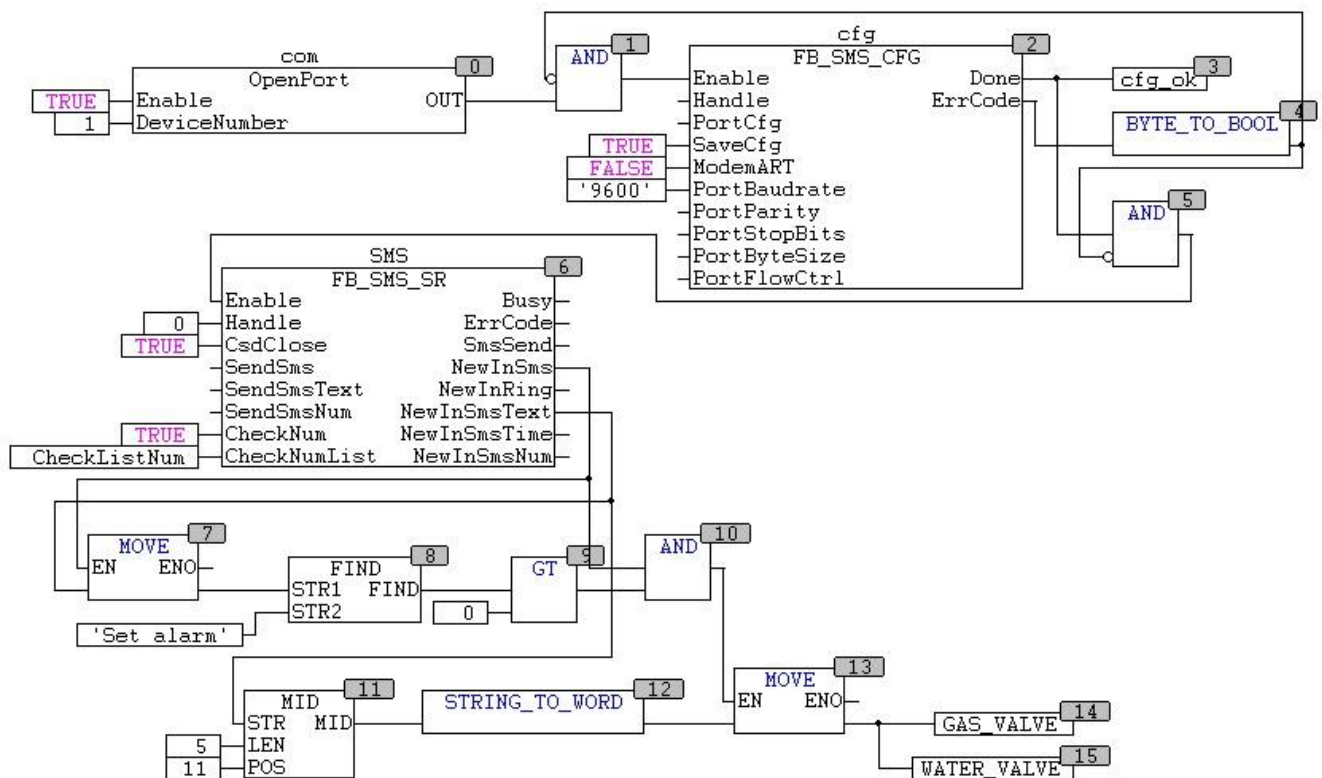


Рис. 5.11 - Програмний CFC-код функціонального блоку керуванням клапанів води та газу через sms-повідомлення

Контактні датчики, такі як геркон, або датчик протікання, напряду під'єднуються на входи контролера, і подають сигнал замикаючи чи розмикаючи електричне коло. Аналогові датчики подають сигнал на модуль аналогових входів MB110-8У, що з'єднується по інтерфейсу RS-485 з контролером. А в програмі значення з датчиків порівнюється із «уставкою» (блоки 38-40 рис. 5.8), і при перевищенні цієї порогової величини запускається режим тривоги.

Як згадувалось вище, система охорони працює у трьох режимах: режим тривоги (Alarm\_mode), робочий режим (Operating\_mode) та режим захисту (Security\_mode). В режимі тривоги система фіксує аварію чи проникнення на територію, інформує власника про перехід на такий режим, закриває відповідні вентиля, вмикає звукову та світлову сигналізацію і т.д. В робочому режимі система ігнорує значення з датчиків руху та датчиків відкриття вікон та дверей. Цей режим призначено для захисту людей, що знаходяться в будинку при вимкненій сигналізації, від аварійних ситуації, пов'язаних із протіканням води, витокком газу,

виникненням пожежі та ін. Режим захисту призначено для захисту будинку за відсутності в ньому людей. Окрім аварійних ситуацій, в цьому режимі система слідкує також за проникненням, розбиттям вікон, рухом і т.і.

У зв'язку з цим, аварійні ситуації, пов'язані із водо- та газопостачанням, а також із виникненням задимленості, відслідковуються як в робочому режимі так і в режимі захисту (рис. 5.9, блоки 16-17, рис. 5.12-13).

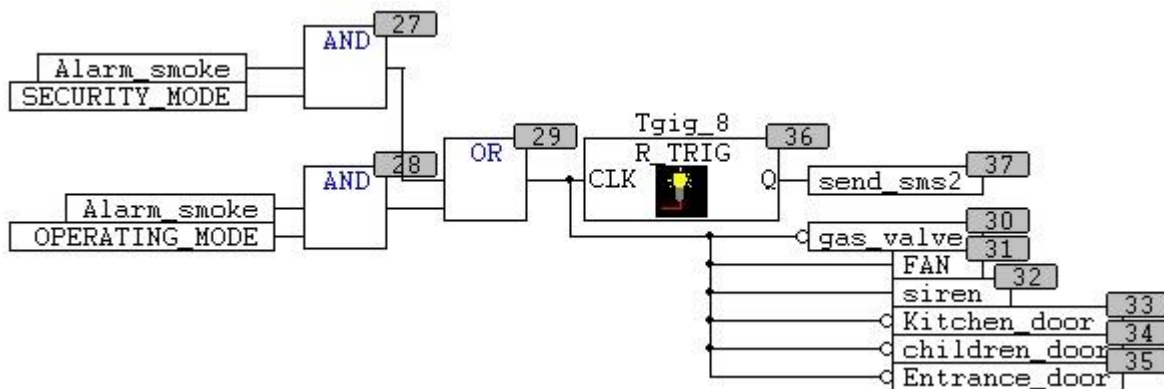


Рис. 5.12 - Програмний CFC-код для керування виконавчими механізмами при фіксації диму

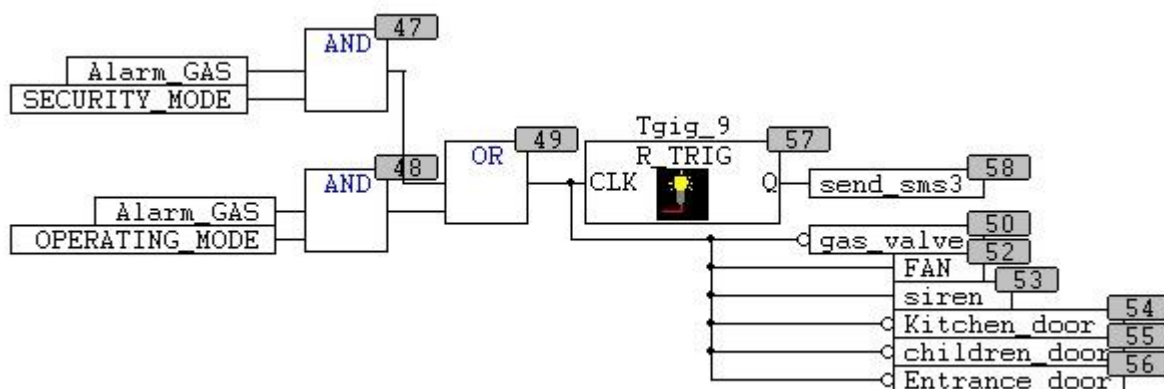


Рис. 5.13 - Програмний CFC-код для керування виконавчими механізмами при фіксації токсичних газів у приміщенні

Як видно з алгоритму (рис. 5.1) та блоків програмного коду (рис. 5.12-13) при фіксації задимленості чи наявності в повітрі надмірної концентрації газів, алгоритм дій той самий. Відмінність полягає лише у тексті відправленого повідомлення, для більшої ясності аварійної ситуації, що трапилася.

Логіку програмного коду для функціональних блоків відправки (рис. 5.10) та отримання (рис. 5.11) смс-повідомлень взято із рекомендацій виробника GSM

модуля Овен. Номер абонента задається на вході «SendSmsNum» блоку «Sms» (рис. 5.10), текст повідомлення на вході «SendSmsText» того ж блоку. Отримане смс-повідомлення розпізнається блоками 7-9, 11-12 (рис. 5.11).

Для роботи ламп освітлення в «мигаючому» режимі, використано алгоритм BLINK із стандартних бібліотек, із можливістю задання часу роботи в увімкненому та вимкненому стані (блок 9 рис. 5.14).

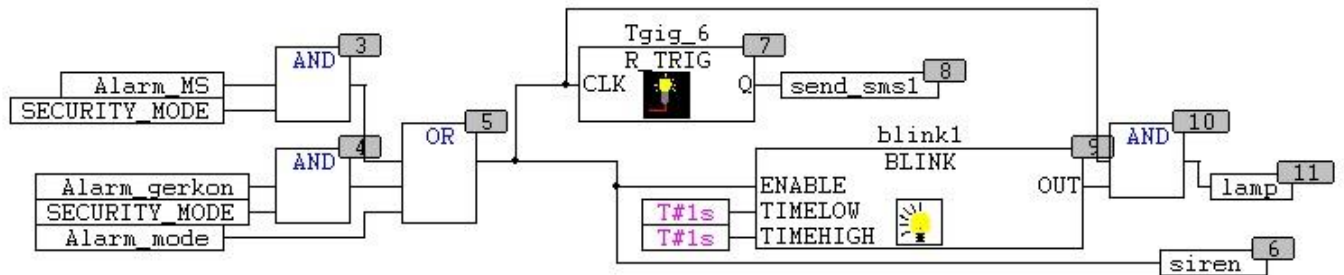


Рис. 5.14 - Програмний CFC-код для керування виконавчими механізмами світлової та звукової сигналізації

Повністю програмний код наведено в додатку Б даної роботи.

Таким чином, завдяки можливостям програмного середовища Codesys розроблена програма дозволяє легко адаптувати програмний код під індивідуальні потреби замовника-споживача.

# 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

## 6.1 Значення охорони праці

На сучасному етапі охорона праці являє собою систему правових, соціально-економічних, лікувально-профілактичних засобів та заходів спрямованих на забезпечення здоров'я і працездатності людини в процесі праці [19].

Основним принципом політики в галузі ОП є визнання пріоритету життя і здоров'я працівників. Виходячи з цього сформовані основні завдання в галузі ОП:

- розробка і впровадження високовиробничих технологій;
- підвищення рівня безпеки діючого виробничого устаткування і технологічних процесів за рахунок ліквідації небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- удосконалення оснащення підприємств сучасними технічними засобами безпеки і виробничої санітарії;
- впровадження стандартів (ССБП);
- здійснення навчання населення і підвищення кваліфікації працівників з ОП;
- зміцнення технологічної і виробничої дисциплін;
- охорона навколишнього середовища.

Техніка безпеки і заходи по охороні праці і промислової санітарії невід'ємно пов'язані з технологією. Зміна технологічних процесів і обладнання потребують вивчення їх з точки зору безпеки виробництва та вишукування відповідних шляхів, які усувають фактори, що приводять до нещасних випадків.

Основна задача в тому, щоб зробити працю на підприємстві чи об'єкті безпечною та здоровою. Виконання цієї задачі може бути забезпечено шляхом комплексної механізації виробничих процесів, більш повної їх автоматизації, досконалістю технологічних процесів, переходом від техніки безпеки до безпечної техніки, а також широкого впровадження на робочих місцях заходів по оздоровленню умов праці, техніки безпеки та наукової організації праці.



У повній відповідності з діючим законодавством на робочих місцях розробляються правила внутрішнього розпорядку і інструкції з техніки безпеки з детальним вказівками профілактичних заходів, безпечних прийомів роботи для кожної професії і кожного виду робіт.

Контроль за дотриманням законодавства, а також за виконанням заходів по охороні праці на всіх робочих місцях покладається на органи державного та громадського нагляду. Функції держнагляду виконують технічні інспекції профспілок, Державний міський технагляд, Державна санітарна інспекція та інші.

Велику роль у створенні на підприємствах здорових та безпечних умов праці грають комісії та громадські інспектори по охороні праці. Ця комісія утворюється з числа членів профспілки – робочих, інженерно-технічних робітників і службовців та очолюється членом місцевого комітету підприємства.

Комісії повинні здійснювати: контроль над виконанням законодавства про працю, правил та інструкцій з техніки безпеки та промислової санітарії і над проведенням заходів по попередженню нещасних випадків на виробництві та по зниженню захворюваності. Контроль організації і якості інструктування та навчання працюючих безпечним прийомам роботи, а також своєчасного постачання їх спецодягом, спеціальним взуттям та індивідуальними засобами захисту.

Комісії сприяють впровадженню у виробництво більш сучасної технології, нової техніки, автоматизації і механізації виробничих процесів з метою ліквідування тяжких ручних робіт.

Існують номенклатурні заходи, які входять в план роботи підприємств та фірм: по попередженню нещасних випадків, захворювань та по загальному поліпшенню умов праці. Раціональне використання коштів що виділяються, на номенклатурні заходи сприяє зниженню числа виробничих нещасних випадків та полегшенню праці працюючих.

Гарна постановка навчання працюючих правилам техніки безпеки та безпечним методам праці значно сприяє боротьбі з нещасними випадками на робочих місцях. Управлінню та обслуговуванню технічними пристроями та

засобами робочі повинні навчатися в навчальних закладах професійно-технічної освіти або на спеціальних курсах, які організують учбові комбінати.

На робочих місцях працівники проходять відповідний інструктаж, об'єм і зміст якого та термін стажування для робочих по кожній професії встановлює головний інженер. Інструктуванням передбачаються загальні питання безпеки, які встановлені у даній фірмі, і спеціальні питання техніки безпеки, які пов'язані з виконанням окремих видів робіт.

Всі робочі не менше одного разу на рік повинні проходити повторний інструктаж з техніки безпеки і підлягають перевірці знань комісією. При введенні нових технологічних процесів і методів праці, а також при введенні в дію нових правил і інструкцій з техніки безпеки робочі повинні пройти додаткове навчання і інструктаж. Результати всіх видів інструктажу перевірки знань працюючих при позитивній оцінці заносяться в картку інструктажу з техніки безпеки, яку підписують всі члени комісії і той, хто проходить інструктаж.

## 6.2 Розрахунок заземлення будинку

Заземлення будинків як правило здійснюють через труби. Це або труби системи водопостачання, або спеціальні [20].

Опір протікання струму через одиночний заземлювач з труб діаметром 25...50 мм визначаємо по формулі:

$$R_{mp} = 0,9 \cdot (p / l_{mp}), \quad (6.1)$$

де  $p$  – питомий опір ґрунту, який вибирають в залежності від його типу, Ом·см (для піску значення складає 40000...70000, для суглинку – 4000...15000, для глини 800...7000, для чорнозему – 900...5300). Так як здебільшого ґрунт має структур чорнозему, приймаємо середнє значення 3000 Ом·см;

$l_{mp}$  – довжина труби, м.

$$R_{mp} = 0,9 \cdot \left(\frac{900}{3}\right) = 270 \text{ Ом.}$$

Далі визначаємо орієнтовну кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта екранування:

$$n = R_{mp} / r, \quad (6.2)$$

де  $r$  – допустимий опір заземлюючого пристрою, Ом.

$$n = 270 / 4 = 68 \text{ шт.}$$

Відповідно до Правил влаштування електроустановок (ПУЕ) на електричних пристроях напругою до 1000 В допустимий опір заземлюючого пристрою повинен бути не більше 4 Ом.

Розмістивши вертикальні заземлювачі на плані і визначивши відстань між ними, визначаємо коефіцієнт екранування заземлювачів (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Коефіцієнти екранування заземлювачів  $\eta_{mp}$

Число труб (кутників)	Співвідношення відстані між трубами	$\eta_{mp}$	Співвідношення відстані між трубами	$\eta_{mp}$	Співвідношення відстані між трубами	$\eta_{mp}$
4	1	0,66-0,72	2	0,76-0,8	3	0,84-0,86
6	1	0,58-0,65	2	0,71-0,75	3	0,78-0,82
10	1	0,52-0,58	2	0,66-0,71	3	0,74-0,78
20	1	0,44-0,5	2	0,61-0,66	3	0,68-0,73
40	1	0,38-0,44	2	0,55-0,61	3	0,64-0,69
60	1	0,36-0,42	2	0,52-0,58	3	0,62-0,67

Число вертикальних заземлювачів з врахуванням коефіцієнта екранування визначаємо по формулі:

$$n_1 = n / \eta_{mp} \quad (6.3)$$

$$n_1 = 68 / 0,36 = 188 \text{ шт.}$$

Визначаємо довжину з'єднувальної смуги:

$$l_n = n \cdot a, \quad (6.4)$$

де  $a$  – відстань між заземлювачами:

$$a = \frac{2(a+b)}{n} = \frac{2(60+24)}{68} = 2,5 \text{ м.}$$

$$l_n = 188 \cdot 2,5 = 470 \text{ м.}$$

Після цього варто уточнити значення  $\eta_{mp}$ . Якщо  $a / l_{mp} = 2,5 / 3 = 0,83$  що є менше 3, то приймаємо  $\eta_{mp} = 1$ .

Тепер обчислимо кількість вертикальних електродів та периметр заземлюючої смуги.

$$n_l = 68 / 1 = 68 \text{ шт.}$$

$$l_n = 68 \cdot 2,5 = 170 \text{ м.}$$

Оскільки розрахункова довжина з'єднувальної смуги незначно більша за периметр будинку, то довжину з'єднувальної смуги необхідно прийняти рівною периметру будинку та доплюсувавши 12-16 м:

$$a_n = l_n + 12. \quad (6.5)$$

$$a_n = 170 + 12 = 182 \text{ м.}$$

Визначаємо опір розтікання електричного струму через з'єднувальну смугу:

$$R_n = 2,1 \cdot (p / l_n), \quad (6.6)$$

$$R_n = 2,1 \cdot \left( \frac{900}{182} \right) = 10,38 \text{ Ом.}$$

Визначаємо результуючий опір розтіканню струму всього заземлювального пристрою:

$$R_3 = \frac{R_{mp} R_n}{\eta_n R_{mp} + \eta_{mp} R_n n_1}, \quad (6.7)$$

де  $\eta_n$  - коефіцієнт екранування сполучної смуги,  $\eta_n = 0,7$  (табл. 6.1).

$$R_3 = \frac{270 \cdot 10,38}{0,7 \cdot 270 + 1 \cdot 10,38 \cdot 68} = 3,1 \text{ Ом.}$$

Отриманий результуючий опір розтіканню струму всього заземлювального пристрою порівнюємо з допустимим.

На плані приміщення розташовуємо вертикальні заземлювачі та сполучну смугу.

Коефіцієнти екранування сполучної смуги заносимо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Коефіцієнти екранування сполучної смуги

Співвідношення відстані між заземлювачами до їх довжини	Число труб					
	4	8	10	20	30	40
1	0,45	0,36	0,27	0,24	0,24	0,21
2	0,55	0,43	0,32	0,30	0,30	0,28
3	0,70	0,60	0,45	0,41	0,41	0,37

## ВИСНОВКИ

В ході виконання даної роботи розроблено проект системи охорони житлового будинку для захисту від проникнення сторонніх осіб та аварійних ситуацій.

Програмний код основного алгоритму роботи написано в програмному середовищі CoDeSys V2.3 на графічній мові CFC. Програмування сенсорної панелі здійснювалось в програмі Конфігуратор СП200.

Розроблений проект системи охорони можна використовувати в житлових приміщеннях. В ході виконання роботи проведено огляд та здійснено аналіз готових рішень в галузі систем охорони, проаналізовано об'єкт для автоматизації, та підбрано необхідне обладнання. Розроблено алгоритм роботи та описано мнемосхему, досліджено точність використаних типів датчиків руху та пораховано заземлення.

Користувач має змогу керувати та візуально спостерігати за параметрами та процесами розробленої системи охорони дистанційно та через екран сенсорної панелі.

Перевагами розробленої схеми автоматизації є висока завадостійкість, стійкість до перепадів напруги та зникнення електричного струму, простота, надійність, і порівняно невисока вартість. Також розроблена схема є гнучкою і дозволяє з легкістю її масштабувати та адаптувати під індивідуальні потреби замовника.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сопер, М. Э. Практические советы и решения по созданию "Умного дома": самоучитель / М. Э. Сопер; пер. с англ. А. Ю. Карцева. - М. : NT Press, 2007. - 421 с.
2. Гололобов В. Н. «Умный дом» своими руками / В. Н. Гололобов. – М. : НТ Пресс, 2007. - 216с.
3. Андрей Дементьев, «Умный дом XXI века», 2006. – 81 с.
4. An Overview of Home Automation Systems [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7791223/>.
5. Дужак І. О. Розумний будинок / І. О. Дужак. // Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. Одеська національна академія харчових технологій. – 2013. – №13. – С. 31.
6. Основні проблеми розумних будинків і як їх можна вирішити? [Електронний ресурс] // Кластер. Інженетрі системи та мережі. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://klaster.ua/ua/stati-i-obzory/osnovnye-problemy-umnyh-domov-i-kak-ih-mozhno-reshit/>
7. Системы безопасности загородного дома, виды охранных систем. URL: <https://bezopasnostin.ru/ohrannaya-signalizatsiya/bezopasnost-doma.html>.
8. Система ограниченного доступа вашего дома. URL: <https://sovtehnika.ru/sistema-ogranichenного-dostupa-vashego-doma.html>.
9. Сигнализация в дом. Развитие технологий и тренды 2018. URL: <https://krok-ua.com/signalizacija-dlja-doma-i-kvartiry-novye-trendy-razvitija-v-2018-godu/>.
10. Система контролю доступу. URL: <https://leater.com/ua/services/sistema-kontrolyu-dostupu.html>.
11. Автономные охранные сигнализации. URL: <https://www.forter.com.ua/news-and-articles/avtonomnye-ohrannye-signalizatsii-kak-eto-rabotaet/>.
12. Ajax Systems. URL: <https://ajax.systems/>.
13. Pitbull Alarm Intrusion Alarm Panel, Eldes Alarms. URL: <https://eldesalarms.com/product/pitbull-alarm/>.
14. Умная сигнализация Jablotron. URL: <https://www.jablotron.com/ru/>.

15. Карташов В. Використання контролерів ПЛК Овен 110-60 у навчальному процесі / Віталій Карташов // Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування». — Тернопіль: ТНТУ, 2017. — с. 143.
16. Датчики движения Основные виды и их особенности, области применения [Электронный ресурс] – URL: <https://rozetkaonline.ru/>
17. Датчики движения для охраны [Электронный ресурс] – URL: <http://nabludaykin.ru>
18. Охранная сигнализация. Виды датчиков движения [Электронный ресурс] – URL: <https://bezopasnostin.ru/>
19. Про охорону праці № 2694-ХІІ: Закон України від 14 жовтня 1992 року із змінами та доповненнями у редакція від 05.12.2019 – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua>
20. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених наказом Комітету по нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України від 09 січня 1998 року № 4, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 10 лютого 1998 року за № 93/2533 (НПАОП 40.1-1.21-98)